

令和6年度 生存圏研究所 活動報告



京都大学 生存圏研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH)
Kyoto University

令和6年度 生存圏研究所 活動報告 もくじ

1. 共同利用・共同研究拠点活動報告	1
1-1 MUレーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会	
1-2 電波科学計算機実験 (KDK) 共同利用・共同研究専門委員会	
1-3 マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB)共同利用・共同研究専門委員会	
1-4 木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会	
1-5 居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド (DOL/LSF) 共同利用・共同研究専門委員会	
1-6 生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会	
1-7 持続可能生存圏開拓診断(DASH)/森林バイオマス評価分析システム(FBAS)・共同利用・共同研究専門委員会	
1-8 先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用・共同研究専門委員会	
1-9 バイオナノマテリアル製造評価システム(CAN-DO)共同利用・共同研究専門委員会	
1-10 プロジェクト型共同研究専門委員会	
1-10-1 生存圏科学共同研究課題	
1-10-2 生存圏シンポジウム実施報告	
2. 生存圏未来開拓研究センター活動報告	194
2-1 木材科学文理融合ユニット	
2-2 大気圏森林圏相互作用ユニット	
2-3 先端計測技術開発ユニット	
2-4 バイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニット	
3. その他の研究所活動	209
3-1 ミッション活動報告(ミッション推進委員会活動報告)	
3-1-1 ミッション1 「環境診断・循環機能制御」	
3-1-2 ミッション2 「太陽エネルギー変換・高度利用」	
3-1-3 ミッション3 「宇宙生存環境」	
3-1-4 ミッション4 「循環材料・環境共生システム」	
3-1-5 ミッション5-1 人の健康・環境調和(生理活性物質、電磁波、大気質)	
3-1-6 ミッション5-2 脱化石資源社会の構築(植物、バイオマス、エネルギー、材料)	
3-1-7 ミッション5-3 日常生活における宇宙・大気・地上間の関連性	
3-1-8 ミッション5-4 木づかいの科学による社会貢献(木造建築、木質住環境、 木質資源・データベース、木づかいの変遷)	
3-2 生存圏アジアリサーチノード	
3-3 生存圏フラグシップ共同研究	
3-4 ミッション専攻研究員	
3-5 定例オープンセミナー	
4. 国際共同研究活動報告	313

共同利用・共同研究拠点活動報告

杉山暁史（共同利用・共同研究拠点委員会 委員長）

1. 活動の概要

生存圏研究所では、共同利用・共同研究拠点として、次の3タイプの共同利用・共同研究事業を国内外の多様な分野の専門家と連携して継続的に実施している。1) 大型の観測・実験設備の共用を中心とした「設備利用型共同利用・共同研究」、2) 電子データベース・実体資料のアーカイブと発信を核とした「データベース利用型共同利用・共同研究」、3) 学際的、融合的、萌芽的なプロジェクト研究を展開・推進する「プロジェクト型共同研究」。これらの事業を通して、年間約300の共同利用・共同研究課題を国内170以上、海外20以上の機関と実施してきた。

研究所の設立当初は設備共同利用が中心であったが、近年では大型の設備を利用しない共同研究も活発化してきている。従来、共同利用・共同研究拠点の運営体制として、主として設備・データベースの共同利用については開放型研究推進部(推進部)が、学際融合研究などの共同研究については生存圏学際萌芽研究センター(センター)が対応してきた。センターが果たすべき研究の学際性、萌芽性を指向する方向性と、推進部で実施される共同利用の成果の活用とをうまく融合させるため、令和4年度より、推進部とセンター内の運営委員会を統合して共同利用・共同研究拠点委員会(共共拠点委員会)を設け、拠点運営を一元化して所掌することとした。また、4) 拠点活動の研究成果の公開や生存圏科学の啓発のための「生存圏シンポジウム」の公募・運営も共共拠点委員会で所掌している。

1) 設備利用型共同利用・共同研究

研究所発足前から全国共同利用を実施していた「MUレーダー」、「先端電波科学計算機実験装置(A-KDK)」、「METLAB/SPSLAB」を継続発展させるとともに、平成17年度に新たにインドネシアの「赤道大気レーダー(EAR)」、「木質材料実験棟」、鹿児島県にある「生活・森林圏シミュレーションフィールド(LSF)」、「居住圏劣化生物飼育棟(DOL)」の共同利用を開始した。平成18年度には、「森林バイオマス評価分析システム(FBAS)」、平成19年度には「持続可能生存圏開拓診断(DASH)システム」を設置し、平成20年度から共同利用を開始した。平成23年度には「先進素材開発解析システム(ADAM)」、「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置(A-METLAB)」、「宇宙圏電磁環境計測装置性能評価システム(PEMSEE)」の共同利用を開始した。令和3年度には「バイオナノマテリアル製造評価システム(CAN-DO)」の共同利用を開始し、合計14の大型装置・設備や施設において、毎年200課題以上の共同利用が行なわれている。

2) データベース利用型共同利用・共同研究

昭和19年以来、80年にわたって収集されてきた標本である材鑑データ、MUレーダーなど大気観測のレーダーデータ、GEOTAIL衛星による宇宙プラズマに関する衛星データなどの生存圏にかかわる多種多様な情報を統括して「生存圏データベース」として管理・運営している。科学技術利用目的の場合は、とくに制限を設けずにデータを公開しており、年間1.4億アクセス、約390TBのデ

ータがダウンロードされている。なお、本研究所は平成28年よりISC(国際学術会議)のWDS(世界科学データベース)の正会員として認定されている。

3) プロジェクト型共同研究

生存圏ミッションを進展させるために、「生存圏科学共同研究」を公募・実施している。公募要項・応募様式の英語化を図り、外国の研究者による応募も可能としている。令和6年度は21件の研究課題を採択した。

4) 生存圏シンポジウムの開催

生存圏研究所の設立以来、毎年多数の「生存圏シンポジウム」を公募・運営し、共同利用・共同研究拠点活動の研究成果の公開、生存圏科学の啓発と関連コミュニティの拡大に努めてきた。令和6年度には24件をサポートし、今年度末までの累計は547回に達する。

2. 共同利用・共同研究拠点委員会構成

(所外委員)

村山泰啓 (情報通信研究機構 NICT ナレッジハブ)

加藤雄人 (東北大学 大学院理学研究科地球物理学専攻)

藤野義之 (東洋大学 理工学部電気電子情報工学科)

中島史郎 (宇都宮大学 地域デザイン科学部)

堀澤栄 (高知工科大学 環境理工学群)

佐野雄三 (北海道大学 大学院農学研究院)

谷川東子 (名古屋大学 大学院生命農学研究科)

吉澤徳子 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 ゼロエミッション国際共同研究センター)

岡久陽子 (京都工芸繊維大学 繊維学系 バイオベースマテリアル学専攻)

藤本清彦 (森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域木材機械加工研究室)

(所内委員)

橋口浩之 (MU レーダー／赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

海老原祐輔 (電波科学計算機実験共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

篠原真毅 (マイクロ波エネルギー伝送実験装置共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

五十田博 (木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

大村和香子 (居住圏劣化生物飼育棟／生活・森林圏シミュレーションフィールド共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

今井友也 (生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

杉山暁史 (持続可能生存圏開拓診断／森林バイオマス評価分析システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

三谷友彦 (先進素材開発解析システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

伊福伸介 (バイオナノマテリアル製造評価システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長)

小嶋浩嗣 (プロジェクト型共同研究専門委員会 委員長)

MU レーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会

委員長 橋口 浩之（京都大学生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

1. 1. 概要

信楽 MU 観測所は、滋賀県甲賀市信楽町の国有林に囲まれた山中に 1982 年に開設された。観測機器の中核を担う MU レーダー（中層・超高層大気観測用大型レーダー；Middle and Upper atmosphere radar）（図 1）は、アジア域最大級の大気観測用大型レーダーであり、高度 2 km の対流圏から、高度 400 km の超高層大気（熱圏・電離圏）にいたる大気の運動、大気循環を観測する。1984 年の完成以来、共同利用に供され、広範な分野にわたる多くの成果を上げている。MU レーダーの最大の特徴は、アンテナ素子毎に取り付けた 475 台の小型半導体送受信機を個別制御することにより、1 秒間に 2500 回という高速でレーダービーム方向を変更可能であり、また、25 個のサブアレイアンテナに分割して使用可能である点である。こうした柔軟なシステム設計のため、開発後約 40 年を経た今も世界で最も高機能な大型大気レーダーの一つとして活躍を続けている。なお、MU レーダーシステムには、レーダー、計算機工学の進歩に合わせ最新のレーダー観測技術を導入しシステム拡充が行なわれている。1992 年に「実時間データ処理システム」、1996 年に「高速並列レーダー制御システム」、2004 年に「MU レーダー観測強化システム」、2017 年に「MU レーダー高感度観測システム」が導入された。特に、観測強化システムでは、空間領域及び周波数領域の柔軟なレーダーイメージング観測が可能となった。2017 年 7 月 17 日に信楽 MU 観測所に落雷があり、MU レーダーも被害を受けた。1 ヶ月ほどで仮復旧したが、完全復旧のため国大協保険により 2018 度末に合成分配器及び分配合成制御器の一部を更新した。2021 年 8 月 23 日に再び落雷があり、MU レーダー超多チャンネルデジタル受信システムが被害を受けた。すぐに仮復旧され、2021 年度補正予算により災害復旧予算が認められ、2023 年度末に完全復旧した。2024 年 11 月に完成から 40 周年の記念行事が開催された（5. 特記事項参照）。

一方、赤道大気観測所はインドネシア共和国西スマトラ州の赤道直下に位置しており、本研究所の重要な海外拠点として、国内外の研究者との共同研究によって生存圏の科学を推



図 1: 信楽MU観測所全景（左）と MU レーダーアンテナアレイ(中央)、MU レーダー観測強化システムで導入された超多チャンネルデジタル受信機（右）。

進するという大きな役割を担っている。同時にインドネシアおよび周辺諸国における研究啓発の拠点として、教育・セミナーのための利用も想定される。観測機器の中核を担う赤道大気レーダー (Equatorial Atmosphere Radar; EAR) (図 2) は 2000 年度末に完成した大型大気観測用レーダーであり、MU レーダーと比べて最大送信出力が 1/10 であるものの、高速でビームを走査することが可能である。運営はインドネシア国立研究革新庁(BRIN)の研究・イノベーションインフラ部門(DIRI)および海洋地球科学研究機構(ORKM)・気候大気研究センター(PRIMA)との協力関係のもとに進められている。現在では観測装置が充実した総合的な観測所に成長している。2005 年度から全国国際共同利用を開始した。2010～2012 年度に科学技術戦略推進費(旧 科学技術振興調整費)「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」課題が実施されたことに伴い電離圏イレギュラリティ観測を定常的に行うようになり、現在は対流圏・下部成層圏・電離圏の切替観測を標準的に実施している。2019 年 9 月 29 日に赤道大気観測所に落雷があり、赤道大気レーダーも被害を受けた。11 月初めに仮復旧したが、完全復旧のため文部科学省から災害復旧予算が認められた。また、落雷の影響と思われるが、2020 年 4 月中旬から電波を送信できなくなり、観測を中断していた。2024 年 9 月に変復調装置の更新により復旧し、連続観測を再開したが、観測中断中に制御系カードの一部が故障し、まだ感度が低下している。

EAR の完成から 20 周年を記念して、2021 年 9 月 20 日・21 日に、生存圏研究所と BRIN の共催により、赤道大気レーダー 20 周年記念行事がオンラインで行われた。記念式典において、Laksana Tri Handoko BRIN 長官、湊長博京都大学総長らから祝辞が述べられた。その後、533 名が参加して、国際シンポジウムが開催された。

従来異なる共同利用専門委員会を組織し、課題の審査やレーダー運用等の議論を行ってきたが、国際的レーダーネットワークの連携した研究をより積極的に推進し、また委員会の効率的な運営を図るため、2012 年 6 月に両委員会を統合し、MU レーダー/赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会(当時)を発足し、現在に至っている。



図 2 赤道大気レーダー

1. 2. 共同利用の公募

共同利用の公募は年 2 回としており、ホームページ (<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/mu+ear/>) に掲載すると共に、各種メーリングリストでも案内している。専門委員会において、応募課題の審査や MU レーダー・EAR の運営状況について議論し、観測時間の割当て等を行う。国際的な共同研究プログラムからの観測依頼など、緊急を要する場合は、必

要に応じて電子メールベースで委員に回議し、専門委員長が採否を決定する。

1. 3. 運営と予算状況

特殊観測装置である MU レーダーの運用は、製造メーカーへの業務委託により行われており、観測所の維持を含めた運営費は附属施設経費・ミッション実現加速化経費の一部が充てられている。運営費は決して充分でないため、共同利用者の希望よりも運用時間を削らざるを得ないのが実情である。また、2017 年度から信楽 MU 観測所への大型の持ち込み機器に対する借地料・電気料の徴収を開始した。EAR の運営は BRIN との MOU に基づき共同で行なっており、例えば現地オペレーターには BRIN 職員が就いている。その他の運営費は日本側の負担であるが、EAR の運営費も決して充分ではないため、時々の競争的資金を活用している。

2. 共同利用研究の成果

○MU レーダーによるイメージング(映像)観測

2004 年に「MU レーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージングにより、分解能が飛躍的に向上した観測が可能となっている。レンジイメージングと小型無人航空機、レイリーライダー、ラジオゾンデ等を併用した観測キャンペーンにより、乱流の動態が明らかになりつつある(Luce・Kantha・橋口・矢吹他)。電離圏イレギュラリティのイメージング観測も実施されている(Chen 他)。MU レーダーで開発されたイメージング観測技術を赤道大気レーダーに応用する試みも行われている(Luce・Wilson・Chen・橋口他)。

○MU レーダーによる中間圏・電離圏観測

レーダーと望遠鏡による流星の同時観測を実施し、流星ヘッドエコー観測による軌道決定など、その実態解明が進められている(阿部・Kero・中村・堤他)。2023 年 12 月には双子座流星群に対して EISCAT や PANSY などとの国際協同観測が実施された(Huyghebaert 他)。MU レーダーIS 観測との比較により、国土地理院の 2 周波 GNSS 観測網(GEONET)を用いた電離圏 3 次元トモグラフィシステムの開発が進められている(斎藤・山本)。

○国際大型大気レーダーネットワーク同時観測

南極大型大気レーダー(PANSY)の観測開始によりこれまで大型レーダーの空白地帯であった南極域における観測拠点の設置が完了し、全地球的な大型大気レーダーネットワークが構築された。国際共同による対流圏・成層圏・中間圏の世界同時精密観測を実施し、全球高解像度モデルによる実大気シミュレーションを行って、赤道と極の結合過程、両半球の結合過程等、グローバルな大気結合過程に関する研究が行われている(佐藤(薫)・堤他)。

○熱帯性降雨に関する研究

赤道域では、強い日射と豊富な水蒸気量に伴い降水活動が活発なため、降雨に関する研究が数多く行なわれている。EAR・X 帯気象レーダー・地上降雨の長期データ解析による対流システムの階層構造の研究(柴垣他)、EAR・境界層レーダー・ディストロメータによる降雨

粒径分布の研究(Marzuki・橋口・下舞・Findy 他)、X 帯気象レーダーを用いた衛星回線降雨減衰統計に関する研究(前川他)などが行われている。

○赤道下層・中層大気の観測

高機能ライダーにより対流圏から成層圏にかけてのエアロゾル層や巻雲が連続観測され、EAR との比較研究が行われている(阿保他)。レイリーライダーによる成層圏～中間圏及びラマンライダーによる対流圏上部～成層圏の気温分布や、中間圏上部に存在する金属原子層の観測が行われ、赤道域における貴重なデータを提供している。対流圏界面領域のオゾン分布の高分解能観測も行われている(長澤・阿保・柴田他)。

○電離圏イレギュラリティの研究

磁気赤道を中心として低緯度電離圏にはプラズマバブルと呼ばれる強い電離圏イレギュラリティ(FAI)が発生し、衛星・地上間の通信に大きな悪影響を与える。EAR・大気光イメージャ・ファブリペロー干渉計・GPS 受信機・VHF レーダー・イオノゾンデやモデルを駆使した研究が展開中である(山本(衛)・横山・大塚・塩川・津川・西岡他)。また、衛星航法のためのプラズマバブル監視手法の研究も行われている(斉藤(享)他)。

3. 共同利用状況

表 1 及び図 3 に示すとおり、2012 年の統合後、共同利用件数は 80～100 件程度で推移しており、今後も活発な共同利用研究が行われると期待される。また国際共同利用を実施しており、特に EAR 関連課題は約 3 割が国際共同利用課題である。図 4, 5 にそれぞれ MU レーダー、赤道大気レーダーの観測時間の年次推移を示す。2007 年度からは毎年度にシンポジウムを開催しており、本年度は 9 月 26～27 日に MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウムをオンライン開催した。なお、観測データのうち標準観測については観測後直ちに、その他の観測については 1 年を経過したデータを「生存圏データベース共同利用」の一環として共同利用に供している。

表 1 MUR/EAR 共同利用過去 10 年間と本年度の利用状況推移

年度 (平成/令和)	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4	5	6
採択課題数*	88(40)	86(35)	95(39)	93(45)	85(38)	85(34)	82(37)	77(34)	84(34)	95(43)	88(35)
共同利用者数 **	471 学内 197 学外 274	450 学内 171 学外 279	504 学内 210 学外 294	482 学内 192 学外 290	451 学内 156 学外 295	431 学内 161 学外 270	407 学内 146 学外 261	356 学内 126 学外 230	402 学内 160 学外 242	457 学内 169 学外 288	446 学内 161 学外 285

* ()内数字は国際共同利用課題数

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

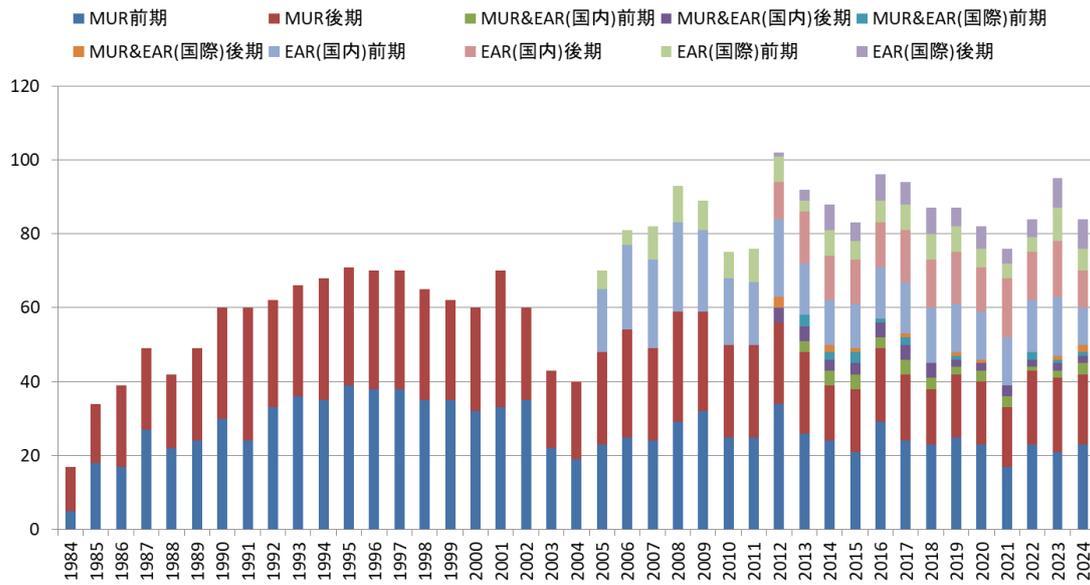


図 3. MU レーダー及び赤道大気レーダーの共同利用課題数の年次推移

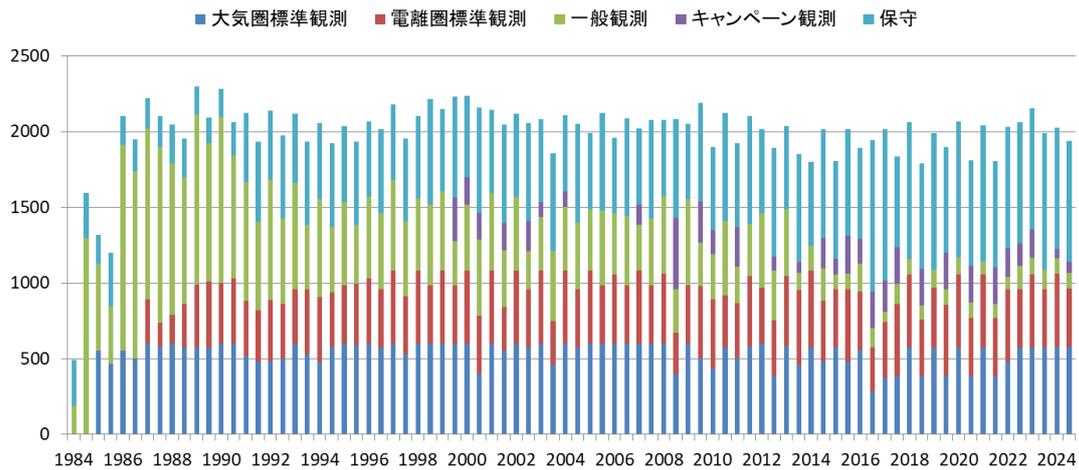


図 4. MU レーダー共同利用の観測時間の年次推移

4. 専門委員会の構成及び開催状況（2024 年度）

2024 年 5 月 17 日、10 月 29 日に MU レーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会をオンライン開催し、申請課題の選考などを行った。

委員会の構成：橋口浩之(委員長)、山本衛、Hubert Luce、高橋けんし、横山竜宏、西村耕司、中川貴文、矢吹正教(以上、京大 RISH)、齊藤昭則(京大理)、佐藤薫(東大理)、柴田泰邦(都立大)、Huixin Liu(九大理)、高橋幸弘(北大理)、村山泰啓(NICT)、森修一(JAMSTEC)、大塚雄一(名大 ISEE)、下舞豊志(島根大)、江尻省(国立極地研)、齋藤享(電子航法研)
国際委員(アドバイザー) A. K. Patra (インド NARL)、Robert D. Palmer (米オクラホマ大)、Halimurrahman Mukri (インドネシア BRIN)

5. 特記事項

MU レーダーは「世界初のアクティブ・フェーズド・アレイ方式の大気レーダー」として、IEEE マイルストーンに認定された。これは、電気・電子・情報分野の世界最大の学会である IEEE が、電気・電子技術やその関連分野における歴史的偉業に対して認定する賞で、2015年5月に贈呈式・除幕式等が行われた。また、2017年に電子情報通信学会が創立100周年を記念して新たに創設した電子情報通信学会マイルストーンにも選定された。これは、社会や生活、産業、科学技術の発

展に大きな影響を与えた研究開発の偉業を選定し、電子情報通信の研究開発の歴史と意義を振り返ると共に、次の100年に向けて更なる革新を起こす次代の研究者や技術者にその創出過程を伝えることを目的としている。さらに、電気学会が社会の発展に貢献し、歴史的に記念される「モノ・場所・こと・人」を顕彰するために創立120周年の2008年に創設した「でんきの礎」にも選定され、2018年3月15日に電気学会全国大会において授与された。2024年11月18日～21日には完成から40周年を記念した、「International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar (MUレーダー40周年記念国際シンポジウム)」を宇治おうばくプラザとZoomによりハイブリッド開催した。11カ国、40機関(国外25、国内15)から計120名(国外60名、国内60名)の参加者があり、61件の口頭発表及び10件のポスター発表が行われた。現地参加者は68名(国内41名、国外27名)であった。

EARはMUレーダーに比べて送信出力が1/10であり、中間圏や電離圏のIS観測を行うには感度が不足している。また、受信チャンネルは1個のみであるため、空間領域イメージング観測ができないなど、機能面でもMUレーダーに劣っている。下層大気で発生した大気波動が上方へ伝搬し、上層大気の運動を変化させる様子など、大気の構造・運動の解明をより一層進めるため、MUレーダーと同等の感度・機能を有する「赤道MUレーダー(EMU)」の新設を要求している。日本学術会議の学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン「学術大型研究計画」(マスタープラン2014・2017・2020)の重点大型研究計画の1つにEMUを主要設備の一つとする「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」が選定され、内容を若干見直して提案を行い、未来の学術振興構想(2023年版)にも掲載された。

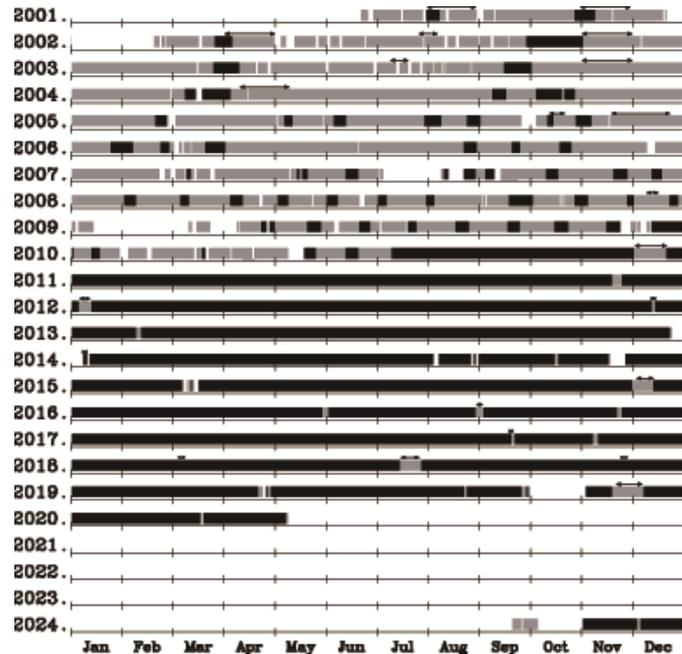


図 5. 赤道大気レーダー長期連続観測の実績(濃色部分: 電離圏観測を同時実施)

論文・発表リスト

・博士論文

Peng Liu, Development of Automatic Detection and Prediction Models for Ionospheric Spatiotemporal Variation Based on Deep Learning, 令和6年度京都大学情報学研究科通信情報システム専攻博士論文.

・修士論文

北村一真, 衛星 AIS 観測のための複素ニューラルネットワークによるブラインド信号源分離, 令和6年度京都大学情報学研究科通信情報システムコース修士論文.

野崎太成, イオノゾンデ同化 GNSS 電離圏 3 次元トモグラフィに関する研究, 令和6年度京都大学情報学研究科通信情報システムコース修士論文.

采山裕紀, 機械学習によるスプラディック E 層の自動検出・統計解析および電離圏変動の予測, 令和6年度京都大学情報学研究科通信情報システムコース修士論文.

戸田望, 大型大気レーダーを用いた降水雲内における大気鉛直流推定手法の開発, 令和6年度京都大学理学研究科地球惑星科学専攻修士論文.

森田早紀, 総合観測とモデリングに基づくサブストームに伴う侵入電場に対する中緯度電離圏応答の研究, 令和6年度名古屋大学工学研究科電気工学専攻修士論文.

奥田真結, GNSS 精密単独測位による積雲対流発生時の天頂全遅延量に関する研究, 令和6年度大阪電気通信大学大学院工学研究科電子通信コース修士論文.

・学士論文

榊原麻衣, 飛行機エコーを用いた MU レーダー位相校正手法の開発, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

古川颯太, Starlink 衛星群の軌道変化を用いた熱圏大気密度の研究, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

松本大樹, 車載ライダーを用いた凍結防止剤を含む粒子の飛散状況可視化に関する研究, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

槇山敬太, レーダーによるスペースデブリ探索手法の開発, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

水澤匠, 数値シミュレーションを用いたトンガ火山噴火に伴う電離圏擾乱の研究, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

吉岡重治, 水蒸気ラマンライダー校正値の変動特性検出法の開発, 令和6年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

藤田天翔, MU レーダー観測に基づく大気擾乱と GNSS 天頂全遅延量変化の比較, 令和6年度大阪電気通信大学情報通信工学部通信工学科学士論文.

・学術論文誌

T. Yokoyama, Simulation study of the impacts of E-region density on the growth of equatorial plasma bubbles, *Front. Astron. Space Sci.*, 11, 1502618, doi:10.3389/fspas.2024.1502618, 2024.

P. Liu, T. Yokoyama, T. Sori, and M. Yamamoto, Channel Mixer Layer: Multimodal Fusion Toward Machine Reasoning for Spatiotemporal Predictive Learning of Ionospheric Total Electron Content *Space Weather*, 22, e2024SW004121. doi:10.1029/e2024SW004121, 2024.

C. J. Scott, M. N. Wild, L. A. Barnard, B. Yu, T. Yokoyama, M. Lockwood, C. Mitchel, J. Coxon, and

- A. Kavanagh, Calibrating estimates of ionospheric long-term change, *Ann. Geophys.*, 42, 395-418, doi:10.5194/angeo-42-395-2024, 2024.
- Helmi Yusnaini, Marzuki, Ravidho Ramadhan, Rahmat Ilham, Mutya Vonnisa, and Hiroyuki Hashiguchi, Land-Sea Contrast of Vertical Structure of Precipitation over Sumatra Revealed by GPM DPR Observations, *Atmospheric Research*, 309, doi:10.1016/j.atmosres.2024.107555, 2024.
- Hubert Luce, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, A Climatological Study of the Frequency Spectra of Vertical Winds From MU Radar Data (1987-2022), *J. Geophys. Res.: Atmosphere*, 129, e2024JD041677, doi:10.1029/2024JD041677, 2024.
- T. Matsuda, K. Nishimura, and H. Hashiguchi, DDMA-MIMO/Capon observations using the MU radar: Beamwidth verification using the moon's reflection, *IEICE Trans. Commun.*, E107.B, 754-764, doi:10.23919/transcom.2023EBP3182, 2024.
- S. Supriadi, P. Abadi, S. Saito, H. Bangkit, D. U. Prabowo, A. Purwono, and G. A. Nugroho, Assessment of corrected time-step method for nominal ionospheric gradient calculation: A comparative analysis with spatial approaches, *Earth and Planetary Physics*, 8(4), 1-9, doi:10.26464/epp2024032, 2024
- Hong Pham Thi Thu, Christine Amory Mazaudier, Minh Le Huy, Susumu Saito, Dung Nguyen Thanh, Ngoc Luong Thi, Hung Luu Viet, Thang Nguyen Chien, Thanh Nguyen Ha, Michi Nishioka, and Septi Perwitasari, Occurrence rate of equatorial Spread F and GPS ROTI in the ionospheric anomaly region over Vietnam, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 46(4), 553-569, doi:10.15625/2615-9783/21368, 2024
- P. Abadi, Y. Otsuka, S. Saito, M. Yamamoto, S. Perwitasari, I. N. Muafiry, A. Y. Putra, and A. Faturahman, Longitudinal Range of the Eastward-Traveling Equatorial Plasma Bubble Inducing Ionospheric Scintillation, *Space Weather*, 22, e2024SW003908, doi:10.1029/2024SW003908, 2024.
- 奥田真結・柴垣佳明, 積雲対流発生時における GNSS 天頂全遅延量変化に関する研究, *信学技報*, vol.124, AP2024-37, 86-90, 2024.
- C. Jiang, L. Wei, T. Yokoyama, R. Tian, T. Liu, and G. Yang, Observations of daytime topside ionospheric irregularities in the afternoon equatorial ionosphere, *Adv. Space Res.*, 75, 908-917, doi:10.1016/j.asr.2024.09.017, 2025.
- Y. Maekawa, Y. Shibagaki and Y. Takami, Effects of site diversity techniques on the rain attenuation in KU-band satellite communications links according to the kind of rain fronts, *IEICE Trans. Communications*, Vol. E108-B, No.1, 109-119, doi:10.23919/transcom.2024EBP3030, 2025.
- C. Yokoyama, A. Hamada, Y. Ikuta, S. Shige, M. Yamaji, H. Tsuji, T. Kubota, and Y. N. Takayabu, Spectral latent heating retrievals for the midlatitudes using GPM DPR. Part I: Construction of look-up tables, *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 64, 21-43, doi:10.1175/JAMC-D-23-0217.1, 2025.
- A. Hamada, C. Yokoyama, H. Tsuji, Y. Ikuta, S. Shige, M. Yamaji, T. Kubota, and Y. N. Takayabu, Spectral latent heating retrieval for the midlatitudes using Global Precipitation Measurement Dual-frequency Precipitation Radar. Part II: Development and validation of the retrieval algorithm, *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 45-61, doi:10.1175/JAMC-D-23-0218.1, 2025.
- K. Aonashi, S. Akiyama, and S. Shige, Frozen Precipitation Particle Properties Estimated from Dual-frequency Precipitation Radar and GPM Microwave Imager, *SOLA*, accepted, 2025.
- T. Nagano, T. Fukuta, K. Nishimura, and H. Hashiguchi, Velocity Estimation beyond Nyquist Limit for Pulse Doppler Radars Using Pulse-Compressed Signals Correlated with Divided Reference Signals, *IEICE Transactions*, E108-B, accepted, 2025.

T. Matsuda, K. Nishimura, and H. Hashiguchi, Integrating DDMA and CDMA MIMO Radar Functionalities into SIMO Systems: A Case Study with the MU Radar, IEICE Transactions, E108-B, accepted, 2025.

・著書

P. Mukhopadhyay, B. Khouider, and S. Shige, Multi-Scale Precipitation Variability Over the Tropics, 1- 256, Elsevier Inc., 2025.

・学会等発表

S. Saito, Real-time ionospheric monitoring by using a dense GNSS receiver network, AOGS RAC LLWG Online Seminar, February 1, 2024, <https://youtu.be/GTG68ZrwRQg>

奥田真結・柴垣佳明, GPS 精密単独測位による積雲対流発生時の天頂全遅延量に関する研究, 電子情報通信学会情報・システムソサイエティ, 広島, 2024 年 3 月 7 日.

重尚一・中村聡恵・戸田望・後藤悠介・篠田太郎・橋口浩之, 鉛直上向き気象レーダーと大気レーダーを用いたブライツバンド近傍における層状性降水成長過程の観測, GPM 衛星シミュレータ合同研究集会, 名古屋, 2024 年 3 月 7-8 日.

後藤悠介・篠田太郎・民田晴也・久島萌人・戸田望・重尚一・橋口浩之, X 帯レーダーの鉛直観測データを用いた雨滴粒径分布の推定, GPM 衛星シミュレータ合同研究集会, 名古屋, 2024 年 3 月 7-8 日.

柴田泰邦, ライダーによる大気環境のリモートセンシング, 第 1 回 R42R 学際研究会, 名古屋, 2024 年 3 月 18 日.

西村耕司・橋口浩之・橋本大志・堤雅基・佐藤亨・佐藤薫, PANSY/すみれによる低高度観測実験, 2023 年度南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)研究集会, 東京・オンライン, 2024 年 3 月 25 日.

橋口浩之・石井佑奈・西村耕司, 1.3GHz 帯大気レーダーを用いた MIMO レーダーの開発, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

松田知也・西村耕司・橋口浩之, DDMA-MIMO 方式を用いた MU レーダーによる対流圏観測, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

重尚一・中村聡恵・戸田望・後藤悠介・篠田太郎・橋口浩之, 鉛直上向き気象レーダーと大気レーダーを用いたブライツバンド近傍における層状性降水成長過程の観測, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

青梨和正・青木俊輔・重尚一, 次期 GSMaP マイクロ波放射計降水リトリーバルアルゴリズム(V06) 開発: GMI 地表面射出率を用いた降水域判定, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

後藤悠介・篠田太郎・民田晴也・久島萌人・重尚一, 地上 X 帯レーダーの鉛直観測データを用いた層状性降水域における雨滴の終端落下速度の推定, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

山本衛・橋口浩之・横山竜宏, 赤道 MU レーダー計画の現状 2024, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.

Haruka Uchimoto, Hubert Luce, Hiroyuki Hashiguchi, Mamoru Yamamoto, Noriyuki Nishi, Manabu D. Yamanaka, and Toshitaka Tsuda, Seasonal variability and annual trends of wind and turbulence parameters from MU radar data in the tropo-stratosphere (1987-2022), 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.

- S. Saito, T. Nozaki, and M. Yamamoto, 3-D structure of the ionospheric disturbance associated with the intense magnetic storms in 2023, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- T. Nozaki, S. Saito, and M. Yamamoto, The performance evaluation of three dimensional ionospheric tomography based on GNSS-TEC observation with ionozonde data assimilation, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- 森田早紀・塩川和夫・大塚雄一・新堀淳樹・惣宇利卓弥・西岡未知・Perwitasari Septi・山本衛, Mid-latitude ionospheric and thermospheric responses to the strong substorm that occurred on October 24, 2003, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- Yuto Hotta, Kazuo Shiokawa, and Yuichi Otsuka, Study of the airglow responses to geomagnetic storms based on long-term observations at three locations in Japan, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- T. Yokoyama, and T. Yutani, Simulation of Day-to-day Variability of Equatorial Plasma Bubbles Under Various Background Conditions, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- T. Yokoyama, R. Morishita, and M. Yamamoto, Study of ionospheric E-F region coupling by the long-term MU radar observation, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.
- Saki Morita, Kazuo Shiokawa, Yuichi Otsuka, Atsuki Shinbori, Takuya Sori, Michi Nishioka, Septi Perwitasari, and Mamoru Yamamoto, Multi-event Sstudy of mid-latitude ionospheric responses to substorms using comprehensive ground observations and modeling, CEDAR Workshop, San Diego, USA, June 9-14, 2024.
- T. Yokoyama, and T. Yutani, Simulation of Day-to-day Variability of Equatorial Plasma Bubbles Under Various Background Conditions, Asia Oceania Geosciences Society 21th Annual Meeting, South Korea, June 23-28, 2024 (Invited).
- Takeshi Masaki, Shoichi Shige, and Hiroyuki Yamada, Reexamination Of Precipitation Type Classification For Spaceborne Radar Using A Ground Based Doppler Radar Over The Tibetan Plateau, 9th Global Energy and Water Exchanges Open Science Conference, Sapporo, July 7-12, 2024.
- Zhen-Xiong You and Hiroyuki Hashiguchi, Field-aligned Aspect Sensitivity of Mid-latitude E Region Plasma Irregularities Measured by a VHF Atmospheric Radar, COSPAR, Korea, July 13-21, 2024.
- K. Shiokawa, and Y. Otsuka, Recent results on the equatorial and middle latitude thermosphere and ionosphere obtained from the Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs) in 2022-2024, Invited talk, COSPAR, Korea, July 13-21, 2024.
- P. Liu, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Spatiotemporal Sequence Prediction of Global Ionospheric Total Electron Content Map Based on Machine Learning, Committee on Space Research 45th COSPAR Scientific Assembly, South Korea, July 13-21, 2024.
- Kazumasa Aonashi, Shizuka Akiyama, Shoich Shige, and Toshio Iguchi, Frozen Precipitation Particle Properties Estimated from DPR and GMI for OLYMPEX Cases, 11th Workshop of International Precipitation Working Group (IPWG-11), Tokyo, July 15-18, 2024.
- Riku Shimizu, Shoichi Shige, and Toshio Iguchi, Narrowing the Blind Zone of GPM DPR to Improve Precipitation Estimation over Ocean, 11th Workshop of International Precipitation Working Group (IPWG-11), Tokyo, July 15-18, 2024.

- Shige Shoichi, Akie Nakamura, Nozomu Toda, Yusuke Goto, Taro Shinoda, and Hiroyuki Hashiguchi, Simultaneous Vertical Pointing Observation by X-band Doppler Radar and Dual-frequency Wind Profiler for the Coming Era of Doppler Velocity Observation by Space-Borne Radar: Stratiform Precipitation Growth Process near the Bright Bands, 11th Workshop of International Precipitation Working Group (IPWG-11), Tokyo, July 15-18, 2024.
- Christopher Williams, Shoichi Shige, Hiroyuki Hashiguchi, and Taro Shinoda, Retrieving Raindrop Size Distribution Parameters and Vertical Air Motion from Micro Rain Radar (MRR) Observations, 11th Workshop of International Precipitation Working Group (IPWG-11), Tokyo, July 15-18, 2024.
- 奥田真結・柴垣佳明, 積雲対流発達時における GNSS 天頂全遅延量変化に関する研究, 電子情報通信学会アンテナ・伝播研究会(AP), 札幌, 2024年7月24日.
- Christopher Williams, Shoichi Shige, Hiroyuki Hashiguchi, and Taro Shinoda, Retrieving Raindrop Size Distribution Parameters and Vertical Air Motion from Micro Rain Radar (MRR) Observations, The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.
- H. Luce, M. Yabuki, and H. Hashiguchi, Turbulence studies from a Doppler Lidar, a UHF wind profiler, the MU radar and radiosondes in the convective boundary layer, The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.
- Hubert Luce, Haruka Uchimoto, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, A re-examination of the mean vertical wind velocity measured by MU radar in the 2-20 km range over 35 years (1987-2022), The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.
- Hubert Luce, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, A climatological study of the frequency spectra of vertical winds from MU radar data (1987-2022), The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.
- 奥田真結・柴垣佳明, GNSS 精密単独測位による積雲対流発達時の天頂全遅延量の特徴について, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 埼玉, 2024年9月12日.
- 塩川和夫, PWING/PBASE と IUGONET の関わりと現状, 招待講演, 太陽地球環境データ解析に基づく超高層大気の間・時間変動の解明, 福岡, 2024年9月17日.
- 清水陸・重尚一・井口俊夫, ブラインドゾーン軽減による衛星搭載降水レーダの浅い海上降水検出及び推定の改善, 熱帯気象研究会, 東京, 2024年9月17-18日.
- 戸田望・重尚一・Christopher R. Williams・西憲敬・橋口浩之, 赤道大気レーダーと境界層レーダーを用いた降水雲内の大気鉛直流の推定, 熱帯気象研究会, 東京, 2024年9月17-18日.
- 横山竜宏・劉鵬・采山裕紀・寺内充, 信楽イオノゾンデ観測の自動読み取りシステムと foF2 の長期統計解析, 第18回 MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024年9月26-27日.
- 春名健太郎・劉鵬・采山裕紀・横山竜宏, 機械学習を用いた電離圏擾乱現象自動検出モデルの作成, 第18回 MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024年9月26-27日.
- 斎藤享・野崎太成・山本衛, 2023年11月5日の磁気嵐に伴う電離圏変動の3次元構造, 第18回 MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024年9月26-27日.
- Prayitno Abadi・Yuichi Otsuka, Lifetime and Zonal migration of Equatorial Plasma Bubbles observed using the Indonesian ROTI map, 第18回 MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024年9月26-27日.

- Weizheng Fu・Yuichi Otsuka・Nicholas Ssessanga, High-resolution 3-D imaging of electron density perturbations using ultra-dense GNSS observation networks in Japan, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 劉鵬・横山竜宏・惣宇利卓弥・山本衛, 機械学習に基づく電離層の全電子数の時空間予測, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 重尚一・中村聡恵・戸田望・後藤悠介・篠田太郎・橋口浩之, 鉛直上向き気象レーダーと大気レーダーを用いたブライトバンド近傍における層状性降水成長過程の観測, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 柴田泰邦・重尚一・矢吹正教・橋口浩之, 2024 年梅雨時期におけるライダーとレーダーによる雲・降水観測の初期解析結果, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 佐伯悠太郎・下舞豊志, MU レーダーと MRR によるブライトバンドの同時観測, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- Hubert Luce・Hiroyuki Hashiguchi・Toshitaka Tsuda, Using MU radar data (1987-2022) to re-examine the seasonal dependence of atmospheric parameters, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 柴垣佳明・橋口浩之・Hubert Luce・山本真之・山中大学, MU レーダー観測に基づいた台風のメソスケール風速場の特徴について, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 戸田望・重尚一・Christopher R. Williams・西憲敬・橋口浩之, 赤道大気レーダーと境界層レーダーを用いた降水雲内の大気鉛直流の推定-2, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 前川泰之, Ka 帯衛星回線の降雨減衰比と周波数スケールリング法の検討, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 矢吹正教・三浦和彦・平沢尚彦, 車載ライダーによる山岳・寒冷地の大気エアロゾル立体観測, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- 橋口浩之・石井佑奈・西村耕司, 1.3GHz 帯大気レーダーを用いた MIMO レーダーの開発, 第 18 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2024 年 9 月 26-27 日.
- H. Luce, H. Hashiguchi, T. Tsuda, and N. Nishi, Characteristics of 3D wind frequency spectra in the troposphere and lower stratosphere from MU radar data (1987-2022), 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.
- 青梨和正・秋山静佳・重尚一, OLYMPEX 事例について DPR と GMI 観測値から推定した最尤な固体降水粒子モデル, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.
- 松田拓巳・重尚一・青梨和正, 深層学習を用いた前線自動解析システムの開発, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.
- 清水陸・重尚一・井口俊夫, GPM DPR のブラインドゾーン軽減による海上の浅い降水推定の改善, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.
- 後藤悠介・篠田太郎・民田晴也・久島萌人・戸田望・重尚一・橋口浩之, 地上 X 帯レーダの鉛直観測を利用した雨滴粒径分布の推定, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.
- Susumu Saito, Taisei Nozaki, and Mamoru Yamamoto, 3-D structures of intense ionospheric disturbances studied by GNSS tomography, International Symposium on the 40th Anniversary of

- the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Yuichi Otsuka, Kazuo Shiokawa, Atsuki Shibori, Mamoru Yamamoto, Tatsuhiko Yokoyama, Koji Nishimura, Michi Nishioka, and Septi Perwitasari, Northwestward Extension of Total Electron Content Enhancement and Irregularities Over Japan During a Magnetic Storm on May 2024, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Akinori Saito, Takumi Abe, Ayako Matsuoka, Keigo Ishisaka, Yoshifumi Saito, Masato Tagawa, Atsushi Kumamoto, Kumiko Yokota, Hirotsugu Kojima, Satoshi Kurita, Tatsuhiko Yokoyama, Naofumi Murata, Susumu Saito, Toru Takahashi, Michi Nishioka, Satoshi Andoh, Keisuke Hosokawa, Hiroyuki Nakata, Huixin Liu, Masaru Kogure, Takanori Nishiyama, Mitsumu K Ejiri, and Takatoshi Sakazaki, Coordinated observation of sporadic-E layers with sounding rockets and ground-based observations: SEEK, SEEK-2, and RIDE campaigns, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- P. PavanChaitanya, A. K. Patra, Y. Otsuka, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Development of ionospheric vertical plasma drift model using radar observations in the Indian and Indonesian longitudes, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- P. PavanChaitanya, A. K. Patra, Y. Otsuka, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Lunar tidal wave effects on equatorial ionospheric vertical ExB drift during sudden stratospheric warming, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- S. Sridharan, and S. Meenakshi, Semidiurnal Tidal Influence on the Occurrence of Post-midnight F Region FAI Radar Echoes, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Prayitno Abadi, Yuichi Otsuka, Ihsan Naufal Muafiry, and Teguh Nugraha Putra, Lifetime and Zonal Migration of Equatorial Plasma Bubbles based on GNSS Total Electron Content Observation in Indonesia, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Septi Perwitasari, Michi Nishioka, and Kukkai Kornyanat, Development of SEALION Equatorial Plasma Bubble Alert and Data Portal, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Shun-Rong Zhang, and Liwen Ren, Geospace disturbance study enabled by coordinated observations of ground-based networks, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Afrizal Bahar, Varuliantor Dear, Asnawi Husin, Agri Faturahman, Jiyo, and Rezy Pradipta, Exploring an Extension of Space Situational Awareness in Southeast Asian Region Utilizing EAR Observation Data, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Agri Faturahman, Asnawi Husin, Varuliantor Dear, Sefria Anggarani, Annis Siradj Mardiani, Adi Purwono, Jiyo Harjosuwito, and Rezy Pradipta, Multidiagnostic Observation of Ionospheric Irregularities over Indonesia Following the 15 January 2022 Tonga Volcano Eruption, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.

- Tomoya Matsuda, Koji Nishimura, and Hiroyuki Hashiguchi, DDMA-MIMO observation with the MU radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Hiroyuki Hashiguchi, Yuna Ishii, Koji Nishimura, and Mamoru Yamamoto, Development of MIMO radar using 1.3-GHz atmospheric radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Noersomadi, Tiin Sinatra, Hubert Luce, Toshitaka Tsuda, and Hiroyuki Hashiguchi, Characteristics of the aspect sensitivity and the long-term variation of vertical wind velocity observed with Equatorial Atmosphere Radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Tiin Sinatra, Noersomadi, Asif Awaludin, Halimurrahman, Nani Cholianawati, Anis Purwaningsih, Toshitaka Tsuda, Hiroyuki Hashiguchi, and Hubert Luce, Investigation of The Turbulence Echo Power Observed by Equatorial Atmosphere Radar (EAR) with The Refractive Index Gradient and the Atmospheric Stability from Hourly Radiosondes with 10 m Vertical Sampling, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Shoichi Shige, Nozomu Toda, Kazumasa Aonashi, Yusuke Goto, Taro Shinoda, Nobuhiro Takahashi, and Hiroyuki Hashiguchi, Vertical motion of two types of heavy convective rainfall with different depths observed by the MU radar, a vertical pointing X-band radar, and the GPM, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Toyoshi Shimomai, Yutaro Saiki, and Hiroyuki Hashiguchi, Bright band observations with an Micro Rain Radar and the MU radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Zhen-Xiong You, Hiroyuki Hashiguchi, Mamoru Yamamoto, Yen-Hsyang Chu, Ching-Lun Su, and Chien-Ya Wang, Applications of multi-receiver and multi-frequency radar imaging to atmospheric study, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Yoshiaki Shibagaki, Hiroyuki Hashiguchi, Hubert Luce, Masayuki Yamamoto, and Manabu D. Yamanaka, Characteristics of Mesoscale Wind Fields in Typhoons observed by the MU Radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Albert Sulaiman, Wendi Herjupa, Anis Purwaningsih, Eddy Hermawan, Manabu D. Yamanaka, Noersomadi, and H. Hashiguchi, MJO affected Land Sea Breeze Circulation in West Coast of Sumatra, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Didi Satiadi, Anis Purwaningsih, Wendi Harjupa, Elfira Saufina, Ibnu Fathrio, Trismidianto, Fahmi Rahmatia, Ridho Pratama, Hiroyuki Hashiguchi, and Toyoshi Shimomai, Study of Orography-MJO Interaction and Its Impact on Rainfall Variability in West Sumatra, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Fahmi Rahmatia, Anis Purwaningsih, Elfira Saufina, Didi Satiadi, Wendi Harjupa, Ridho Pratama, In-Depth Analysis of Atmospheric Dynamics Leading to Landslide in Kototabang on December 19, 2019: Integrating Satellite and Ground Observations, International Symposium on the 40th

- Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Elfira Saufina, Trismidianto, Didi Satiadi, Wendi Harjupa, Risyanto, Anis Purwaningsih, Alfian Sukmana Praja, Ina Juaeni, Adi Witono, Ibnu Fathrio, and Fahmi Rahmatia, Examination of Atmospheric Dynamics During the Extreme Rainfall Event in West Sumatera on March 7-8, 2024: Roles of MJO, WWB, and Kelvin Waves, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Mukhamad Adib Azka, Nurjanna Joko Trilaksono, and Trismidianto, Diurnal and Seasonal Variations of Mesoscale Convective Systems Precipitation and Their Influence on Rainfall Patterns in the Indonesian Maritime Continent, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Ravidho Ramadhan, Marzuki, Helmi Yusnaini, Hiroyuki Hashiguchi, and Mutya Vonnisa, Unraveling the Complexity of Rain Microphysics in Equatorial Sumatra through GPM Satellite and Equatorial Atmospheric Radar Observations, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024
- Nozomu Toda, Shoichi Shige, Christopher R Williams, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, Estimation of Vertical Air Motion within Precipitating Clouds Using the Equatorial Atmosphere Radar in Combination with a Boundary Layer Radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Yusuke Goto, Taro Shinoda, Haruya Minda, Moeto Kyushima, Nozomu Toda, Shoichi Shige, and Hiroyuki Hashiguchi, Estimation of Raindrop Size Distribution Using Vertical Pointing Observations of Ground-Based X-Band Radar and MU Radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Kaoru Sato, Haruka Okui, Shingo Watanabe, Dai Koshin, Masashi Kohma, et al., Interhemispheric Coupling in the Middle Atmosphere Revealed by High-resolution Observations and Modelling (ICSOM) -Gravity-wave Permitting GCM Study for the Whole Middle Atmosphere-, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Anis Purwaningsih, Noersomadi, Toshitaka Tsuda, Nani Cholianawati, Halimurrahman, Tiin Sinatra, Asif Awaludin, and Hubert Luce, Spectral analysis of atmospheric waves in the upper troposphere-lower stratosphere (UTLS) observed with radiosondes at the Equatorial Atmosphere Radar (EAR) observatory, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Hubert Luce, Toshitaka Tsuda, Hiroyuki Hashiguchi, and Noriyuki Nishi, Revisiting seasonal variations of atmospheric parameters in the lower atmosphere (2-20 km) from MU radar data (1987-2022), International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- Helmi Yusnaini, Marzuki, Hiroyuki Hashiguchi, and Ravidho Ramadhan, Cloud Base Height Characteristics based on Ceilometer Measurements in Mountainous areas of Sumatra, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.
- S. Saito, and T. Yoshihara, DFMC GBAS Performance Evaluation by Flight Experiment, International Workshop on ATM/CNS, Tokyo, November 19-20, 2024.
- S. Saito, T. Nozaki, M. Yamamoto, T. Yoshihara, and T. Takahashi, Ionospheric disturbances and their

impact on aeronautical GNSS applications following the geomagnetic storms occurred in 2023-2024, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 招待講演, 東京, 2024 年 11 月 23-27 日.

T. Nozaki, S. Saito, and M. Yamamoto, Improvement of Tomography and the Launch of Near-Real-Time Services, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 東京, 2024 年 11 月 23-27 日.
堀田雄斗・塩川和夫・大塚雄一・Martin G Mlynczak, 日本 3 地点及び TIMED 衛星での長期観測に基づく中間圏・熱圏夜間大気光の磁気嵐に対する応答の研究, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 東京, 2024 年 11 月 23-27 日.

森田早紀・塩川和夫・大塚雄一・新堀淳樹・西岡未知・Septi Perwitasari・山本衛・惣宇利卓弥・Kevin Pham, 2003 年 10 月 24 日の巨大サブストームに伴う中低緯度への電場侵入によって引き起こされた 630-nm 大気光同時増光の MAGE モデル解析, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 東京, 2024 年 11 月 23-27 日.

Yuichi Otsuka, Kazuo Shiokawa, Atsuki Shinbori, Mamoru Yamamoto, Tatsuhiro Yokoyama, Koji Nishimura, Michi Nishioka, and Septi Perwitasari, TEC Enhancement and Irregularities Over Japan During a Magnetic Storm on May 2024, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 東京, 2024 年 11 月 23-27 日.

Shoichi Shige, Nozomu Toda, Kazumasa Aonashi, Yusuke Goto, Taro Shinoda and Hiroyuki Hashiguchi, Vertical structure and vertical motion of two types of convective precipitation observed by the 50-MHz MU radar, vertical pointing X-band Radar, and GPM, AGU, Fall Meeting, Washington, D.C., USA, December 9-13, 2024.

Nozomu Toda, Shoichi Shige, Christopher R. Williams, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, Estimation of Vertical Air Motion within Precipitating Clouds Using the Equatorial Atmosphere Radar in Combination with a Boundary Layer Radar, AGU, Fall Meeting, Washington, D.C., USA, December 9-13, 2024.

Saki Morita, Kazuo Shiokawa, Yuichi Otsuka, Nozomu Nishitani, Atsuki Shinbori, Akiko Fujimoto, Akimasa Yoshikawa, Michi Nishioka, Septi Perwitasari, Mamoru Yamamoto, Takuya Sori, Kevin Pham, and Gang Lu, Ground observations and MAGE modeling of electric field penetration into mid-latitudes during a strong substorm on 24 October 2003, AGU, Fall Meeting, Washington, D.C., USA, December 9-13, 2024.

・受賞

S. Saito, and T. Yoshihara, DFMC GBAS Performance Evaluation by Flight Experiment, International Workshop on ATM/CNS, Best Paper Award (November 19-20, 2024)

青木俊輔, 熱帯沿岸域降水の日周期変化特性に及ぼす下層風の影響に関する研究, 日本気象学会 2024 年度山本賞 (2024 年 11 月 13 日).

後藤悠介, 地上 X 帯レーダの鉛直観測を利用した雨滴粒径分布の推定, 日本気象学会 2024 年度秋季大会松野賞 (2024 年 11 月 13 日).

電波科学計算機実験（KDK）共同利用・共同研究専門委員会

委員長 海老原 祐輔（京都大学生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

電波科学計算機実験装置（KDK）は宇宙プラズマ、超高層・中層大気中の波動現象および宇宙電磁環境などの計算機実験による研究を推進させるために導入された計算機システムである。KDKは京都大学学術情報メディアセンターと共同調達し、吉田キャンパスに設置されている。2023年度にリプレースが完了し、システムA、システムB、システムC、システムGを提供している。約1万の超並列計算が可能で、システム全体の理論総ピーク性能は762.6 TFLOPSに達する。また、生存圏研究所内に設置した解析用ワークステーションと実効容量約600TBの補助記憶装置も利用できる。高性能な計算機環境を提供することにより、生存圏科学に関する新しい知見の獲得に貢献している。

システム名称	特徴	コア/GPU数
システムA	演算性能を重視	10,080 コア
システムB	汎用性を重視	2,352 コア
システムC	メモリ容量を重視	112 コア
システムG	演算加速器(GPU)を搭載	1 GPU

2. 共同利用状況

2024年度は36件の共同研究課題を採択した（表1）。主システム（システムA）の稼働状況を図1に示す。各システムの利用状況を随時モニターし、ほぼ毎月開催している運用定例会で利用状況を確認している。資源を有効活用するため、必要に応じてユーザーに助言を行っている。

表1 共同利用研究課題採択および共同利用者数

年度 (平成/ 令和)	25	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4	5	6
採択 課題数 *	25 (1)	27(0)	30(0)	30(0)	28(0)	32(0)	32(0)	31(0)	31(0)	30(0)	28(0)	36(0)
共同利 用者数 **	60 学内 23 学外 37	67 学内 24 学外 43	71 学内 25 学外 46	78 学内 29 学外 49	76 学内 32 学外 44	83 学内 25 学外 58	83 学内 25 学外 58	94 学内 30 学外 64	91 学内 17 学外 74	105 学内 23 学外 82	108 学内 28 学外 80	129 学内 27 学外 102

* ()内数字は国際共同利用課題数

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

システムA

2024年度 Camphor3 利用状況

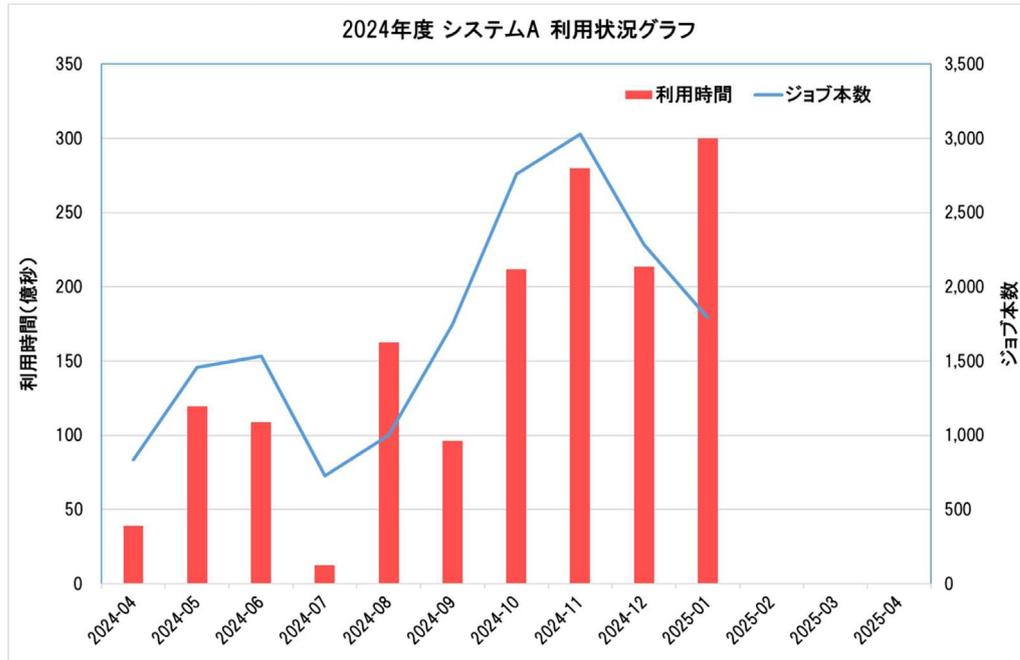


図1 主力システムの月ごとの利用状況（利用時間およびジョブ数）

3. 専門委員会の構成及び開催状況（2024年度）

3-1 専門委員会の構成

海老原祐輔(委員長、京大生存研)、八木谷聡(金沢大)、天野孝伸(東大)、村田健史(NICT)、加藤雄人(東北大)、清水徹(愛媛大)、篠原育(JAXA)、蔡東生(筑波大)、三好勉信(九大)、梅田隆行(北大)、鷹尾祥典(横浜国立大)、三宅洋平(神戸大)、松尾哲司(京大工)、山本衛(京大生存研)、橋口浩之(京大生存研)、小嶋浩嗣(京大生存研)、謝怡凱(京大生存研)

3-2 専門委員会の開催状況

2024年度専門委員会を2025年2月27日10時00分～11時00分にオンラインで開催し、2025年度電波科学計算機実験装置利用申請課題を審査した。

4. 共同利用研究課題(2024年度)

1	高解像度 MHD シミュレーションによる磁気圏散逸分布の研究	田中高史	九州大学
2	ホールスラストにおける異常輸送の解明	山本直嗣	九州大学

3	CFD/DSMC ハイブリッド流体解析と FD2TD 電波解析によるロケット噴煙中プラズマによる電波障害予測	杵淵紀世志	名古屋大学
4	イオンスラストダイナミクスの向上: アルゴン推進イオンエンジンの 2 次元円筒 PIC シミュレーション解析	HU ZEFENG	九州大学
5	レーダーインバージョンによる大気擾乱精測技術の開発	橋口浩之	京都大学
6	地球型惑星大気流出に関する研究: 系外惑星系の比較及び共回転電場の影響	堺 正太郎	東北大学
7	太陽プロミネンス形成の 3D 磁気流体力学シミュレーション	HUANG CHUJIE	京都大学
8	磁気ノズルスラストにおけるエネルギー輸送と中性粒子が推進性能に与える影響の解析	鷹尾祥典	横浜国立大学
9	多成分イオン磁気流体力学シミュレーションに基づく土星衛星タイタンと地球に普遍的な非熱的大気散逸過程の解明	木村智樹	東京理科大学
10	小型天体・宇宙プラズマ相互作用過程の大規模粒子シミュレーション	三宅洋平	神戸大学
11	粒子法を用いたプラズマ推進機の運動論的シミュレーション	西山和孝	宇宙航空研究 開発機構
12	ピックアップイオンの加速機構の研究	坪内 健	電気通信大学
13	自発的高速磁気再結合過程の三次元不安定性の数値的研究	清水 徹	愛媛大学
14	太陽風磁気流体乱流の数値シミュレーション	成行泰裕	富山大学
15	恒星の活動度が金星型大気の酸素コロナに与える影響	西岡知輝	東京大学
16	非対称磁気リコネクションの磁気流体的研究	近藤光志	愛媛大学
17	宇宙飛翔体・構造物において電位測定を行うセンサープローブの特性に関する計算機シミュレーション	深澤伊吹	京都大学
18	磁気圏電離圏結合されたモデルに基づく領域間結合が内部磁気圏ダイナミクスに与える影響の研究	山川智嗣	名古屋大学
19	レーザー核融合ロケットにおけるプラズマ離脱過程の検証	山本直嗣	九州大学
20	小天体近傍のイオン環境に関する計算機実験	白井英之	神戸大学

21	高精細プラズマバブルモデルと全球大気圏電離圏モデルの融合	横山竜宏	京都大学
22	無衝突プラズマ中の運動論的不安定性に伴う粒子の加熱・加速の研究	天野孝伸	東京大学
23	グローバル内部磁気圏モデルに基づく固有磁場強度が磁気嵐に与える影響の研究	関華奈子	東京大学
24	局所現象とグローバル変動をつなぐ太陽コロナ加熱の長時間発展計算	国吉秀鷹	東京大学
25	電子ハイブリッドコードによるホイッスラーモード・コーラス放射励起過程での波動粒子相互作用の計算機実験	加藤雄人	東北大学
26	月面周辺における物体の帯電現象とその計測手法に関する計算機シミュレーション	栗田 怜	京都大学
27	多流体シミュレーションによる火星の惑星イオン散逸過程の研究	坂田遼弥	東北大学
28	イオンサイクロトロン波及び斜め伝搬ホイッスラーモード波動粒子相互作用のテスト粒子シミュレーションとPICシミュレーション	謝 怡凱	京都大学
29	宇宙プラズマ中の高エネルギー荷電粒子の消失過程	田所裕康	東北学院大学
30	高空間解像度磁気流体シミュレーションによる昼間側沿磁力線電流系の解明	渡辺正和	九州大学
31	5次元ドリフト運動論的グローバル磁気圏環電流モデルの長期間シミュレーション	山本和弘	名古屋大学
32	電気推進機放出プラズマ環境中の宇宙機周辺電位構造解析	村中崇信	中京大学
33	水星磁気圏の3次元大域的完全電磁粒子シミュレーション：モンテカルロ衝突をいれた粒子モデル	蔡 東生	筑波大学
34	衛星による船舶自動識別システム（AIS）観測のための信号分離技術の開発	西村耕司	京都大学
35	磁気嵐・サブストーム時の電磁エネルギー生成・伝送メカニズムの研究	菊池 崇	名古屋大学
36	磁気嵐・サブストームに伴う磁気圏高エネルギー荷電粒子変動の研究	海老原 祐輔	京都大学

5. 共同利用研究の成果

5-1. 学術論文 (13 編)

1. Charton, Virgile, Julien Labaune and Kiyoshi Kinefuchi, Investigation on the Hybrid NS-DSMC Simulation of a Nozzle Flow Ionization in a Rarefied Atmosphere using a Post-computation Approach, *Journal of Evolving Space Activities*, 2024 Volume 2 Article ID: 153. doi:10.57350/jesa.153 【謝辞有】
2. Ebihara, Y., and T. Tanaka, Generation mechanism of Region 1 field-aligned current and energy transfer from solar wind to polar ionosphere, *Reviews of Modern Plasma Physics*, 8:20, doi:10.1007/s41614-024-00154-7, 2024. 【謝辞有】
3. Jao, C-S., W. J. Miloch, and Y. Miyake, Collected current by a double Langmuir probe setup with plasma flow, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 52(10), 5222-5233, <https://doi.org/10.1109/tps.2024.3501310>, 2024.
4. Jikei, T., and Amano, T. (2024). Saturation level of ion Weibel instability and isotropization length-scale in electron-ion Weibel-mediated shocks. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 531(1), 219–229. doi:10.1093/mnras/stae1187. 【謝辞有】
5. Koeda, A., S. Cho, Y. Yamashita, Y. Kosuga, H. Watanabe and N. Yamamoto, 'Numerical Simulation of Plasma Perturbations and Electron Transport in Hall Thrusters', *Transactions of JSASS(掲載決定)* 【謝辞有】
6. Liu, P., T. Yokoyama, T. Sori, and M. Yamamoto, Channel Mixer Layer: Multimodal Fusion Toward Machine Reasoning for Spatiotemporal Predictive Learning of Ionospheric Total Electron Content, *Space Weather*, 22, e2024SW004121. doi:10.1029/e2024SW004121, 2024. 【謝辞有】
7. Nariyuki, Y., Parametric Instabilities of Arc-Polarized Alfvén Waves Revisited, *Proceedings of the 15th Asia Pacific Physics Conference (H. J. Choi et al. (Eds.): APPC 2022)*, 228-233, doi: 10.1007/978-981-96-0191-2_24, 2024. 【謝辞有】
8. Sekine, T., Y. Omura, D. Summers, Y.-K. Hsieh, and S. Nakamura (2024). Particle acceleration in Jupiter's ion radiation belts by nonlinear wave trapping. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129(7), e2023JA031879. doi:10.1029/2023JA031879. 【謝辞有】
9. Tachi, K. and Y. Katoh, Formation of a magnetic duct by the compressional component of ULF oscillation: a ray tracing study of whistler-mode wave propagation, *Earth Planets Space*, 76, 166, doi:10.1186/s40623-024-02109-1, 2024. 【謝辞有】
10. Tanaka, T., Y. Ebihara, M. Watanabe, S. Fujita, and R. Kataoka, Multiple convection cells induced by in-front and off-front interactions between the obliquely northward IMF and the geomagnetic field. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129, e2023JA031994. doi:10.1029/2023JA031994, 2024. 【謝辞有】
11. Tanaka, T., M. Watanabe, S. Fujita, Y. Ebihara, and R. Kataoka (2024). Formation Mechanism of Fingers That Protrude Eastward From the Io Plasma Disk During the Interchange, *J. Geophys. Res.*, 129, e2024JA032559. doi:10.1029/2024JA032559. 【謝辞有】
12. Yokoyama, T., Simulation study of the impacts of E-region density on the growth of equatorial plasma bubbles, *Front. Astron. Space Sci.*, 11, 1502618, doi:10.3389/fspas.2024.1502618, 2024. 【謝辞有】

13. Zhang, T., Y. Ebihara, and T. Tanaka, Generation of field-aligned currents in response to sudden enhancement of solar wind dynamic pressure. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129, e2024JA032768. doi:10.1029/2024JA032768, 2024. 【謝辞有】

5-2. 学会発表 (58 件)

1. Charton, Virgile, Takato Morimoto and Kiyoshi Kinefuchi, Prediction of In-Flight Telemetry Attenuation by an Ionized Solid Rocket Engine Plume at High Altitude using a Continuous-Rarefied Simulation Methodology, 2024 AIAA Aviation and Aeronautics Forum and Exposition, AIAA paper 2024-4597, July 2024, doi:10.2514/6.2024-4597
2. 海老原祐輔, 田中高史, 磁気圏一電離圏間の電場の投影について, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 (第 156 回講演会・総会), 東京都立川市, 2024 年 11 月
3. Ebihara, Y., Extreme geomagnetic storms and their terrestrial effects on power grid, International Space Climate Symposium #9, 愛知県名古屋市, 2024 年 10 月 【招待】
4. Ebihara, Y., A new approach for understanding the generation mechanism of field-aligned currents, ISSI-BJ workshop, Beijing, China, 2024 年 7 月
5. 江本 一磨, 東郷 訓, 滝塚 知典, 片沼 伊佐夫, 坂本 瑞樹, 完全磁化プラズマの PIC シミュレーションに向けた double leap-frog 法の実装, 令和 6 年度 宇宙輸送シンポジウム, 神奈川県相模原市, 2025 年 1 月
6. 江本 一磨, 東郷 訓, 滝塚 知典, 片沼 伊佐夫, 坂本 瑞樹, Double leap-frog 法を用いた磁気モーメント保存を満たす particle-in-cell シミュレーションの試行, 日本物理学会 2025 年春季大会, オンライン, 2025 年 3 月
7. 肥田愛蘭, 山本直嗣, 小菅佑輔, 張科寅, 渡邊裕樹, 「ホールスラスト内部のイオン二流体不安定性の解析」 19Dp01, プラズマ・核融合学会 第 41 回年会, 令和 6 年 11 月
8. Hsieh, Y.-K., & Omura, Y., Energetic electron dynamics caused by whistler-mode chorus emissions in the Earth's inner magnetosphere, Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences (SGEPSS) Fall Meeting 2024 (SGEPSS 2024), Tachikawa, Japan, November 2024.
9. Hsieh, Y.-K., Omura, Y., & Katoh, Y., Green's function method on dynamics of radiation belt electrons via nonlinear interactions with chorus emissions and EMIC waves. COSPAR 2024, Busan, Korea, July 2024. 【招待】
10. Hsieh, Y.-K., Omura, Y., Acceleration and Loss Processes of Radiation Belt Electrons Via Nonlinear Interactions with Whistler-mode Chorus Emissions, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 21st Annual Meeting, Pyeongchang, Korea, June 2024. 【招待】
11. Hsieh, Y.-K., & Omura, Y., Variations of energetic electrons via nonlinear interactions with lower-band chorus emissions around the Earth's outer radiation belt, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2024, Chiba, Japan, May 2024.
12. Isono, K., A. Yoshikawa, Y. Katoh, Y. Kawazura, and A. Kumamoto, Curvilinear magnetic fields and ULF waves: A local frame approach to linear MHD waves analysis, ISSS-15 & IPELS-16, Garching, Germany, 1-9 August, 2024.

13. Isono, K., A. Yoshikawa, Y. Katoh, Y. Kawazura, and A. Kumamoto, Local frame approach to analyze the structure of magnetic field lines in the Earth's magnetosphere, AGU Fall Meeting 2024, Washington D. C., 9-13 December 2024.
14. Katoh, Y., P. S. Rosendahl, Y. Ogawa, Y. Hiraki, and H. Tadokoro, Role of the mirror force on the collision rate due to relativistic electron precipitation, EGU General Assembly, Vienna, 14-19 April, 2024.
15. Katoh, Y., Properties of the generation and propagation of whistler-mode chorus emissions in the Earth's inner magnetosphere, ISSS-15 & IPELS-16, Garching, Germany, 1-9 August, 2024. 【招待】
16. Katoh, Y., G. Ishizawa, and M. Kitahara, Evaluation of the nonlinear pitch angle scattering of energetic electrons by coherent whistler-mode waves, AOGS 2024, Pyeongchang, Korea, 23-28 June 2024. 【招待】
17. Katoh, Y., Y. Omura, S. Kasahara, I. Shinohara, M. Teramoto, and T. Mitani, PCUBE: a CubeSat project for probing, controlling, and understanding of radiation belt environments, AOGS 2024, Pyeongchang, Korea, 23-28 June 2024.
18. Katoh, Y., K. Nagaoka, S. Kubo, Y. Omura, Y. Hsieh, and S. Okada, Control of the Phase Space Distribution of Relativistic Particles by Electromagnetic Waves: Laboratory/Numerical Experiment and its Application, AGU Fall Meeting 2024, Washington D. C., 9-13 December 2024.
19. 桂直幹, 山本直嗣, 森田太智, 児島富彦「数値解析を用いたレーザー核融合ロケットにおけるプラズマデタッチメントの検証」, 九州大学 IMI 共同利用・短期共同研究公開 プログラム 希薄プラズマに 現れる異方性拡散問題に対する構造保存型数値解法, 2024 年 10 月, 九州大学伊都キャンパス.
20. 桂直幹, 山本直嗣, 森田太智, 児島富彦「レーザー核融合ロケットにおけるプラズマの磁力線からの離脱と磁場強度の関係」 第 68 回宇宙科学技術連合講演会, 2024 年 11 月 5-8 日, 姫路文化コンベンションセンター アクリエひめじ, 4H17.
21. Katsura Naoki, Yamamoto Naoji, Morita Taichi, and Kojima Tomihiko, "Full particle-in-cell simulation for analysis of the dependency of magnetic field strength on thrust in a laser fusion rocket", 26th Cross Straits Symposium on Energy and Environmental Science and Technology, Busan, December 1-3, 2024.
22. Kazuma Emoto, Kazunori Takahashi, Yoshinori Takao, Kinetic analyses of momentum conversion in a magnetic nozzle, The 33rd International Symposium on Rarefied Gas Dynamics, Göttingen, Germany, July 2024
23. 喜多内悠斗, 高橋和貴, 鷹尾祥典, 磁気ノズルによるプラズマ加速を対象とした 3 次元粒子計算, 第 68 回宇宙科学技術連合講演会, 2024 年 11 月 5-8 日, 姫路文化コンベンションセンター アクリエひめじ, P044.
24. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, 京都大学数理解析研究部 (RIMS) シンポジウム-非平衡な乱流, 京都, 2024 年 7 月, 【招待】
25. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, 日本天文学会秋季年会, 兵庫, 2024 年 9 月
26. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, 国立天文台 Center for Computational Astrophysics (CfCA) ユーザーズミーティング, 東京, 2024 年 11 月
27. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, 理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム, 東京, 2024 年 12 月

28. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, Cool Stars Workshop in Japan, 東京, 2025年2月
29. 国吉秀鷹, 今田晋亮, 横山央明, 「太陽コロナ加熱における渦の役割」, 太陽研究者連絡会シンポジウム, 神奈川, 2025年2月, 【招待】
30. 草野 百合, 木村 智樹, 堺 正太朗, 吉田 辰哉, 前田 優樹, 中田 英太朗, 高田 亮馬, 徳重 みなみ, 寺田 直樹, 3次元多成分イオン電磁流体力学シミュレーションによる過去地球における膨張水素大気の非熱的散逸モデリング, 日本地球惑星科学連合 2024年大会 [千葉市/Hybrid: 2024年5月]
31. 草野 百合, 木村 智樹, 堺 正太朗, 吉田 辰哉, 前田 優樹, 中田 英太朗, 高田 亮馬, 徳重 みなみ, 寺田 直樹, 3次元多成分イオン電磁流体力学シミュレーションによる過去地球における膨張水素大気の非熱的散逸モデリング, 日本惑星科学会周期講演会, 福岡県博多市, 2024年9月
32. 草野 百合, 木村 智樹, 堺 正太朗, 吉田 辰哉, 前田 優樹, 中田 英太朗, 高田 亮馬, 徳重 みなみ, 寺田 直樹, 3次元多成分イオン電磁流体力学シミュレーションによる過去地球における膨張水素大気の非熱的散逸モデリング, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024年秋季年会 (第156回講演会・総会), 東京都立川市, 2024年11月
33. Koeda, A., N. Yamamoto, Y. Kosuga, S. Cho and H. Watanabe, "Electron Transport in Hall thruster using radial-axial 2D3V fully kinetic particle simulation", The 38th International Electric Propulsion Conference, June 23-28, 2024
34. 近藤光志, "Temporal change of high reconnection rate environment in the solar coronal magnetic field", 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024年秋季年会, 東京都, 2024年11月
35. Liu, P., T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Spatiotemporal Sequence Prediction of Global Ionospheric Total Electron Content Map Based on Machine Learning, Committee on Space Research 45th COSPAR Scientific Assembly [Busan, South Korea: July 2024]
36. Miyake, Y., J. Nakazono, Y. Miyoshi, Y. Harada, M.N. Nishino, S. Kurita, S. Kasahara, S. Nakamura, A. Nagamatsu, and H. Usui, Micro-scale Electrostatic Structures formed on the Rough Surfaces of the Moon, 17th Spacecraft Charging Technology Conference (SCTC), Avignon, France, June 2024.
37. Miyake, Y., J. Nakazono, and J. Deca, Anticipated micro-scale electrostatic structures formed on the rough lunar surface exposed to space plasma, AGU Annual Meeting 2024, Washington DC, USA. December 2024.
38. Morimoto, Takato, Virgile Charton, Eichiro Yamaoka and Kiyoshi Kinefuchi, "Simulation of High Altitude Rarefied Hypersonic Flow with Large Species Density Variation Based on DSMC Method," 12th International Conference on Computational Fluid Dynamics (ICCFD12), Kobe, Japan, July 2024.
39. Morimoto, Takato, Virgile Charton, and Kiyoshi Kinefuchi, "Simulation of Hypersonic Flight Using an Enhanced Reactive Species Weighting Scheme for the Direct Simulation Monte Carlo Method," 4th International Conference on High Temperature Gas Dynamics, Beijing, October 2024.
40. 森本貴大, Virgile Charton, 山岡叡一郎, 杵淵紀世志, 「Reactive Species Weighting Scheme を用いた DSMC 法による再突入弱電離プラズマ解析」, 日本航空宇宙学会関西・中部合同秋期大会, 名古屋, 2024年11月. (最優秀学生賞受賞)

41. Nakazono, J., and Y. Miyake, Multi-scale electrostatic structures on the lunar surface, 2nd Lunar Plasma Interdisciplinary Network (LuPIN-2), Storforsen, Sweden, September 2024. 【招待】
42. 新田伸也・近藤光志, 「新しい磁気リコネクションモデルの太陽 - 地球系での観測的検証」, 日本天文学会 2024 年秋季年会, 関西学院大学(2023 年 9 月)
43. 劉 鵬, 横山 竜宏, 惣宇利 卓弥, 山本 衛, Multimodal Fusion Towards Machine Reasoning for Spatiotemporal Predictive Learning of Ionospheric Total Electron Content, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 [立川市: 2024 年 11 月]
44. 劉 鵬, 横山 竜宏, 山本 衛, 機械学習を用いた地球電離圏の全電子数マップの時空間系列予測, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会 [千葉市/Hybrid: 2024 年 5 月]
45. Sakai, S., Overview of atmospheric escape from terrestrial planets: Role of magnetic field and solar activity, IBS Conference on Planetary Science and Space Exploration 2024, Daejeon, South Korea, July 2024. 【Invited】
46. Sakai, S., A. Nakayama, K. Seki, N. Terada, H. Shinagawa, R. Sakata, F. Leblanc, D. Brain, and T. Tanaka, Effects of stellar XUV spectra on ion escape from a Mars-like planet orbiting inactive low-mass stars, American Geophysical Union Annual Meeting 2024, P11F-3032, Washington, D.C., USA, December 2024.
47. 齋藤 幸碩, 加藤 雄人, 川面 洋平, 熊本 篤志, Kinetic Alfvén wave によるオーロラ電子加速過程の理論・数値的考察, JpGU 2024, 千葉, 26-31 May 2024.
48. Saito, K., Y. Katoh, Y. Kawazura, and A. Kumamoto, Test particle simulation for electrons accelerated by kinetic Alfvén waves and precipitating into the ionosphere, ISSS-15 & IPELS-16, Garching, Germany, 1-9 August, 2024.
49. 齋藤 幸碩, 加藤 雄人, 川面 洋平, 熊本 篤志, 地球磁気圏における kinetic Alfvén wave による効率的な電子加速過程の理論・数値的検討, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 立川, 23-27 November 2024
50. 城 剛希, 加藤雄人, Raytracing study of whistler-mode waves in the magnetic duct formed by the compressional component of ULF waves, JpGU 2024, 千葉, 26-31 May 2024.
51. 高田 亮馬, 木村 智樹, 堺 正太朗, 吉田 辰哉, 前田 優樹, 中田 英太郎, 草野 百合, 徳重 みなみ, 寺田 直樹, 3 次元磁気流体力学シミュレーションを用いた土星風及び太陽風によるタイタン大気散逸過程の比較, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会 [千葉市/Hybrid: 2024 年 5 月]
52. 高田 亮馬, 木村 智樹, 堺 正太朗, 吉田 辰哉, 前田 優樹, 中田 英太郎, 草野 百合, 徳重 みなみ, 寺田 直樹, 3 次元磁気流体力学シミュレーションを用いた土星風及び太陽風によるタイタン大気散逸過程の比較, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 (第 156 回講演会・総会), 東京都立川市, 2024 年 11 月
53. Tomoaki Nishioka, K. Seki, R. Sakata, K. Yamamoto, S. Sakai, N. Terada, H. Shinagawa, and A. Nakayama, “Study of atmospheric ion escape from exoplanet TOI-700 d based on global multi-species MHD simulations”, ISSS-15 & IPELS-16, Garching, 2024 年 8 月
54. Tomoaki Nishioka, K. Seki, R. Sakata, S. Sakai, N. Terada, H. Shinagawa, and A. Nakayama, “Effects of hot oxygen corona on the ion escape from Venus-like planets”, AGU Fall Meeting 2024, Washington, D.C., 2024 年 12 月
55. 山岡叡一郎, 森本貴大, Virgile Charton, 杵淵紀世志, 「高高度における固体ロケットプルーム解析のための Species Weighting スキームの DSMC 法への適用」, 宇宙輸送シンポジウム, 相模原, 2025 年 1 月.

56. Yokoyama, T., and T. Yutani, Simulation of Day-to-day Variability of Equatorial Plasma Bubbles Under Various Background Conditions, Asia Oceania Geosciences Society 21th Annual Meeting [Pyeongchang, South Korea: June 2024] 【招待】
57. Yokoyama, T., T. Yutani, Simulation of Day-to-day Variability of Equatorial Plasma Bubbles Under Various Background Conditions, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会 [千葉市/Hybrid: 2024 年 5 月]
58. Yoshinori Takao, Yuto Kitauchi, and Kazunori Takahashi, Numerical investigations of plasma distributions and their time variation in the expanding magnetic field, 77th Annual Gaseous Electronics Conference (77th GEC), September 30-October 4, 2024, San Diego, California, HW6.00048.

5-3. 学位論文（修士 12 編, 博士 5 編）

（修士）

1. 福田悠斗, 「準相対論的無衝突衝撃波における Buneman 不安定性に伴う電子加熱」, 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
2. 殷振興, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 「Study on nonlinear wave growth of whistler-mode hiss and chorus emissions in the magnetosphere」
3. 金田ことの, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 「沿磁力線電流の 3 次元分布に対する降下電子の影響」
4. 桂直幹, 上海交通大学机械与动力工程学院工程热物理, 「Dependency of Magnetic Field Strength on Thrust in a Laser Fusion Rocket」
5. 川村峻介, 神戸大学大学院システム情報学研究科システム情報学専攻, 「二次元火星上層大気 DSMC シミュレーションにおける動的負荷分散法の検討」
6. 森本貴大, 名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻, 「DSMC 法に基づく極超音速・希薄弱電離流解析手法の構築」
7. 村山未祐, 神戸大学大学院システム情報学研究科システム情報学専攻, 「宇宙機推進用イオンビーム電荷中和電子の温度特性評価」
8. 酒谷龍生, 神戸大学大学院システム情報学研究科システム情報学専攻, 「連成計算フレームワークを用いたマルチスケール月面帯電シミュレータの開発」
9. 城剛希, 東北大学大学院理学系研究科地球物理学専攻, 「ULF 波動によるホイッスラーモード波動のダクト伝搬」
10. 田中唯逸, 神戸大学大学院システム情報学研究科システム情報学専攻, 「地球磁気圏－人工衛星環境連成解析に向けた衛星帯電計算の時間方向並列化の検討」
11. WANG Ruolin, 「Study of whistler wave generation at quasi-perpendicular shocks」, 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
12. 山岡叡一郎, 名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻, 「希薄大気中の固体ロケット噴煙による電波減衰予測」

（博士）

1. 張天, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 「Study on impacts of geomagnetic disturbances on power system」
2. 国吉秀鷹, 「The Role of Swirls in Solar Coronal Heating」, 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

3. Peng Liu, 京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻, 「Development of Automatic Detection and Prediction Models for Ionospheric Spatiotemporal Variation Based on Deep Learning」
4. 齋藤幸碩, 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, 「Theoretical and Numerical Studies of Nonlinear Trajectories of Magnetospheric Electrons Accelerated by Kinetic Alfvén Waves」
5. 寺境太樹, 「Magnetic Field Amplification and Electron Heating in Astrophysical Shocks」, 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

5-4. 受賞 (4 件)

1. 金田ことの, 「沿磁力線電流の 3 次元分布に対する降下電子の影響」(R006-P06), 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 最優秀発表賞 (オーロラメダル), 2024 年
2. 森本貴大, Virgile Charton, 山岡叡一郎, 杵淵紀世志, 「Reactive Species Weighting Scheme を用いた DSMC 法による再突入弱電離プラズマ解析」, 日本航空宇宙学会関西・中部合同秋期大会, 名古屋, 2024 年 11 月, 最優秀学生賞受賞
3. 齋藤幸碩 「地球磁気圏における kinetic Alfvén wave による効率的な電子加速過程の理論・数値的検討」地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 優秀発表賞, 2024 年 11 月
4. 寺境 太樹, 「Magnetic Field Amplification by Ion-Weibel Instability in Astrophysical and Laboratory Plasmas」, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会 学生優秀発表賞, 2024 年 8 月

5-5. 特筆すべき事項 (0 件)

該当なし

マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB)

共同利用・共同研究専門委員会

委員長 篠原 真毅 (京大大学生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所ではこれまで宇宙太陽発電所 SPS(Space Solar Power Satellite/Station)とマイクロ波エネルギー伝送の研究を長年行ってきた。SPS は太陽電池を地球の影に入らない静止衛星軌道(36,000km 上空)に配置し、雨でもほとんど吸収されないマイクロ波を用いて無線で地上に電力を伝送しようという発電所構想である。マイクロ波による無線エネルギー伝送は、SPS だけでなく、携帯電話の無線充電や電気自動車の無線充電にも応用可能で、近年急速に産業化が進んでいる技術である。

本共同利用設備は平成 7 年度にセンター・オブ・エクセレンス (COE) による先導的研究設備経費として導入されたマイクロ波無線電力伝送実験用及び生存圏電波応用実験用電波暗室及び測定機器で構成される「マイクロ波エネルギー伝送実験装置 METLAB (Microwave Energy Transmission Laboratory)」と、平成 13 年度に導入された宇宙太陽発電所研究棟(略称 SPSLAB)、及び平成 22 年度に導入された「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置 A-METLAB(Advanced Microwave Energy Transmission Laboratory)」(図 1(a))及び「高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・レクテナシステム」(図 1(b))が中心となる。

METLAB は高耐電力電波吸収体(1 W/cm^2 以上)を配した $16\text{m(L)} \times 7\text{m(W)} \times 7\text{m(H)}$ の電波暗室で、ターンテーブルと X-Y ポジショナを設置してある。その横の計測室にはスペクトラムアナライザやネットワークアナライザ、パワーメータ等の各種マイクロ波測定器を備える。暗室には、 2.45GHz 、 5kW のマイクロ波電力をマグネトロンで発生させ、直径 2.4m のパラボラアンテナから電波暗室内部に放射することが出来る設備も備えている。

平成 22 年度に導入された A-METLAB は $34.0\text{m(L)} \times 21.0\text{m(W)} \times 9.97\text{m(H)}$ の建物(建築面積 714.00 m^2 、述べ床面積 824.72 m^2)の内部に設置された $18\text{m(L)} \times 17\text{m(W)} \times 7.3\text{m(H)}$ の電波暗室と、 $10\text{m}\phi$ 、 10t 、 10kW のフェーズドアレーを測定可能な plane-polar 型の近傍界測定装置で構成される。暗室には 1W/cm^2 に耐える電波吸収体を備え、class 100,000 のクリーンブースとしても利用できるようになっているため、将来のマイクロ波エネルギー伝送を行うための人工衛星(最大 $10\text{m}\phi$ 、 10t 、 10kW のフェーズドアレー衛星を想定)を測定することが出来る世界唯一の実験設備である。

高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・受電レクテナシステムは世界最高性能を持つマイクロ波エネルギー伝送用フェーズドアレーとレクテナアレーである。フェーズドアレーは 256 素子の GaN FET を用いた F 級増幅器(7W 、 $>70\%$ (最終段))と同数の MMIC 5bit 移相器で構成され、 5.8GHz 、 1.5kW のマイクロ波を放射・制御可能である。レトロディレク

タイプ、REV 法, PAC 法, 並列化法他の目標推定手法とビームフォーミング手法を備えている。レクテナアレーは 1mW 入力時に 50%以上の変換効率を持つレクテナ 256 素子で構成され、再放射抑制用 FSS(Frequency Selective Surface)や負荷制御装置を備えた実験設備である。本設備は、様々なビームフォーミング実験、目標追尾アルゴリズム実験、制御系を利用したアンテナ開発研究、アンテナを利用した回路開発研究、レクテナ実験、無線電力伝送実験等が可能な実験設備である。

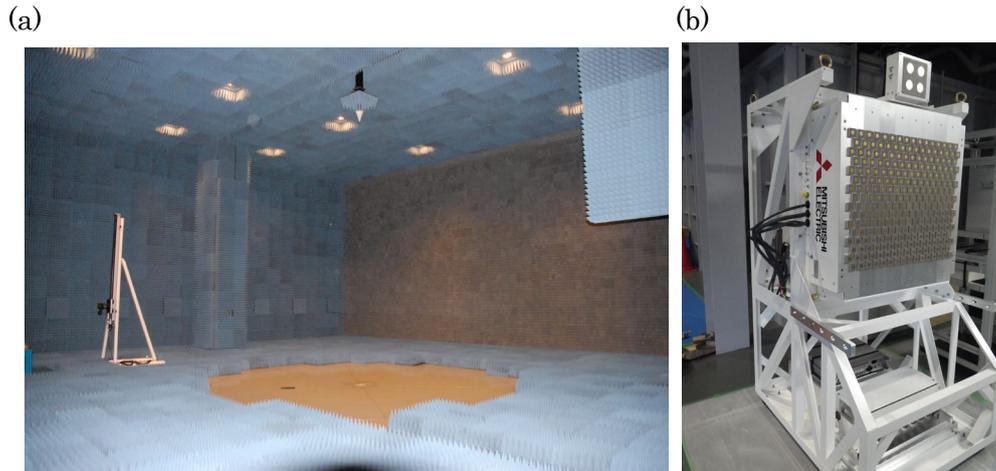


図 1 (a) A-METLAB 暗室 (b) 高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレーシステム

METLAB は大学本部と協議のうえ、2020 年度より共同利用の一部有料化(企業と国立研究所)を開始した。企業もしくは国立研究所の共同利用者に対し 1 日 10 万円の有料化を実施し、2020 年度は 2 課題合計 28 日の利用により 280 万円、2021 年度は 2 課題合計 16 日の利用により 160 万円、2022 年度は 4 課題合計 39 日の利用により 390 万円、2023 年度は 8 課題合計 73 日の利用により 730 万円、2024 年度は 6 課題合計 62 日の利用(見込み)により 620 万円の収入を得た。

令和 6 年度(R6.1-R6.12))にメディアで取り上げられた成果は以下のとおりである。

[TV]

1. ‘24.7.14 NHK 「おはよう日本」 ワイヤレス給電

[新聞]

1. ‘24.11.28(web) 毎日新聞 「神への挑戦 7」
<https://mainichi.jp/articles/20241127/k00/00m/040/085000c>
2. ‘24.12.3(web) 日経新聞 「宇宙太陽光発電狙う、上空数キロから「給電」4 日実験」
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOSG27CDA0X21C24A1000000/>
3. ‘24.12.4(web) Nikkei Asia 「Japan takes first step toward space-based solar power supply」

<https://asia.nikkei.com/Business/Science/Japan-takes-first-step-toward-space-based-solar-power-supply>

[雑誌/Web 記事]

1. '24.1 Tähdet ja avaruus [Stars and Space] magazine (Finland), “Tehonsiirto kiertoradalta maanpinnalle onnistui / Aurinkovoimamat harppaavat avaruuteen”
2. '24.3 日経エレクトロニクス 「夢の「宇宙太陽光発電」が再起動 予算1億ドル、欧州は環境で米国は軍事」
3. '24.4.16 (web) ENERGY FRONTLINE 「テクノロジーが拓く未来の暮らし Vol.75 宇宙太陽光発電 日本の技術に世界が注目」 https://ene-fro.com/article/ef400_a1/
4. '24.10.17(web) NHK 京都 NEWS WEB 「「宇宙太陽光発電」実用化目指し 京大施設で送電実験」 <https://www3.nhk.or.jp/lnews/kyoto/20241017/2010021159.html>
5. '24.10.17(web) NHK サイエンス(動画あり) 「「宇宙太陽光発電」実現へ 京都大学で送電実験」 <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20241017/k10014611911000.html>
6. '24.10.22(web) Space Mate by 東京海上日動 「宇宙太陽光発電」 https://spacemate.jp/_ct/17727444

2. 共同利用研究の成果

令和6年度の共同利用採択テーマは以下の通りである。

1. マルチバンド無線電力受集積回路の開発 (新規)
金城良守 (大阪工業大学)
2. 28GHz無線電力伝送システムの研究
楊波 (京大大学生存圏研究所)
3. 2周波数帯での電磁界結合型マイクロ波加熱 (新規)
篠原真毅 (京大大学生存圏研究所)
4. ドローン搭載を目指したマイクロ波による電力伝送用受信アンテナの開発
梶村好宏 (明石工業高等専門学校)
5. 2次高調波レトロディレクティブ無線電力伝送システムの開発 (新規)
篠原真毅 (京大大学生存圏研究所)
6. MIMO-WPTシステム要素技術開発
袁巧微 (東北工業大学)
7. 5.75GHz帯無線充電システムの近傍界送受電実験#
藤原暉雄 (株式会社 翔エンジニアリング)
8. 電波望遠鏡用広帯域フィードの開発 (新規)
大西利和 (大阪公立大学)
9. 編隊飛行小型衛星による無線電力伝送実験 (新規)

- 篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
10. 相互結合を応用したワイヤレス電力伝送高効率化およびマイクロ波融雪用導波管上ワイヤレス電力伝送の研究
丸山珠美（函館工業高等専門学校）
11. 簡易フェーズドアレーを用いたフラットビーム形成による無線電力伝送効率向上の研究（新規）
篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
12. ウェアラブルデバイスへ向けた無線電力伝送システム用小型高効率受電レクテナの開発
篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
13. 共鳴送電を応用したマイクロ波壁通過改善に関する研究（新規）
篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
14. 無線送電に関する小型衛星実験のためのフェーズドアレーアンテナの機能性能評価#
田中孝治（宇宙航空研究開発機構）
15. 100Wクラスの無線送電システムの性能評価#
田中孝治（宇宙航空研究開発機構）
16. 広帯域アンテナの開発
氏原秀樹（立命館大学）
17. ミリ波イメージング用プローブアンテナの開発
松永真由美（静岡大学）
18. 超長距離無線電力伝送に用いるフェーズドアレイアンテナの構造検討（新規）
篠原真毅（京大大学生存圏研究所）
19. ミリ波帯域における電波伝搬特性試験装置の開発（新規）*
原田博司（京都大学）
20. 完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術（新規）#*
長谷川直輝（ソフトバンク株式会社）
21. マイクロ波送電装置の評価試験（新規）#*
大原啓（三菱電機株式会社）
22. 24GHz帯ワイヤレス伝送システムの基本機能モデル部分試作の放射特性評価（新規） #*
堀内晋一郎（株式会社Space Power Technologies）

#：有料利用者, *：随時申請

3. 共同利用状況

表 1 METLAB 共同利用状況

年度 (平成/令和)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
採択 課題数	8	12	10	16	14	9	9	14	20	11	17	18
共同利用 者数*	45	52	69	112	69	54	49 学内 14 学外 35	73 学内 19 学外 54	89 学内 31 学外 58	61 学内 25 学外 36	83 学内 32 学外 51	81 学内 27 学外 54

年度 (平成/令和)	28	29	30	31/R1	R2	R3	R4	R5	R6
採択 課題数	20	19	21	17	20 (4)	15 (2)	15 (5)	20 (8) [1]	22 (4)
共同利用 者数*	73 学内 20 学外 53	71 学内 21 学外 50	92 学内 23 学外 69	62 学内 22 学外 40	67 学内 25 学外 42	54 学内 16 学外 38	74 学内 18 学外 56	87 学内 23 学外 65 国際 2	111 学内 34 学外 77

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

* 課題数の()は有料利用申請数

* 課題数の[]は国際利用申請数

4. 専門委員会の構成及び開催状況（令和6年度）

- ・石崎 俊雄（龍谷大学理工学部電子情報学科，教授）
- ・野口 啓介（金沢工業大学 工学部電気電子工学科，教授）
- ・田中 孝治（JAXA/ISAS, 准教授）
- ・陳 強（東北大学大学院工学研究科 通信工学専攻，教授）
- ・藤野 義之（東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科，教授）
- ・藤元 美俊（福井大学 学術研究院 工学系部門情報・メディア工学専攻，教授）
- ・西川健二郎（鹿児島大学大学院理工学研究科 電気電子工学専攻，教授）
- ・松永真由美（静岡大学 工学部，准教授）
- ・和氣 加奈子（国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 総合企画室，総合企画室長）
- ・松尾 哲司（京都大学大学院 工学研究科 電気工学専攻，教授）
- ・原田 博司（京都大学大学院 情報学研究科 通信情報システム専攻，教授）
- ・宮坂 寿郎（京都大学大学院 農学研究科 地域環境科学専攻，助教）
- ・山本 衛（生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野，教授）
- ・篠原 真毅（委員長）（生存圏研究所 生存圏電波応用分野，教授）
- ・小嶋 浩嗣（生存圏研究所 宇宙圏電磁環境探査分野，教授）

- ・橋口 浩之（生存圏研究所 大気圏精測診断分野, 教授）
- ・三谷 友彦（生存圏研究所 生存圏電波応用分野, 准教授）

令和 6 年度は令和 7 年 3 月 11 日に専門委員会を開催した。あわせて第 25 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会を実施し、共同利用成果の発表を行った。

5. 特記事項

本共同利用設備は令和 2 年度より京都大学宇治地区設備サポート拠点に参加しており、宇治地区各研究所の共同利用設備と協力して全国共同使用を効率的に推進している。京都大学宇治地区設備サポート拠点は、研究所の既存の枠組みを超え、学内外に対して優れた設備の共同利用を推進するため、宇治地区としての特性と部局の特性に配慮しつつ、有機的な連合体である。さらに今後は宇治地区として提案予定である「コアファシリティ」との連携も模索する。

令和6年度共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文
共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文

1) 受賞

畑沢公陽, 海老田のあ, 鎌田 緋莉(函館高専)、他津山高専より3名の合同研究チーム : プ
ラチナ協賛企業賞, 高専ワイヤレステックコンテスト 2023(Wicon2023), for “電波が漏
れないワイヤレス給電で実現する豪雪災害防止用マイクロ波融雪ロボット”, 2023.3

Taichi Onishi : IEEE MTT-S Kansai Chapter, Best Presentation Award, for “Computational Study
of Microwave Beam for Wireless Power Transfer on Flight-Formation Small-Satellite
Experiment”, 17th Kansai Microwave Meeting for Young Engineers, 2024.7.6

Taichi Onishi : IEEE MTT-S Kansai Chapter, Best Young Presentation Award, for
“Computational Study of Microwave Beam for Wireless Power Transfer on Flight-Formation
Small-Satellite Experiment”, 17th Kansai Microwave Meeting for Young Engineers, 2024.7.6

Yuuki Kagata : IEEE MTT-S Kansai Chapter, Best Presentation Award, for “Research on
Improving Wireless Power Transmission Efficiency by Forming a Flat-Topped Beam Using
Simple Phased Array”, 17th Kansai Microwave Meeting for Young Engineers, 2024.7.6

Taichi Onishi : IEEE MTT-S Kansai Chapter, Distinguished Service Award, 17th Kansai
Microwave Meeting for Young Engineers, 2024.7.6

タケ シンタイ : The Best Paper Prize, IEEE Student Session, 2024 年度電気関係学会東北支
部連合大会, for タケ シンタイ, 袁 巧微, タン ユンチョウ, “Beamforming Performance
of Unconventional 4×4 Dipole Antenna Array by Using E-MIMO Approach”, August 29,
2024

Yuuki Kagata with Montree Saowadee(KMUTNB), Akarapon Jiranapararat(Kasetsart Univ.), Akira
Sakashita Worasawate(Kasetsart Univ.), and Ryo Mashiba(Okayama Prefectural Univ.) :
Student Design Competition First Place, 2024 Thailand-Japan Microwave (TJMW2024),
2024.10.2-4

Jintai Wu : 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop Best Student Paper Award and WiPoT
Award, for Jintai WU, Qiaowei YUAN, “An Estimation Method of the 4-Port S-Parameters
Used for the E-MIMO Approach”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT),
2024.12.5-7

Ryuki Hoshikawa : 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop Student Award, for Ryuki
Hoshikawa, Bo Yang, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Development of
Retrodirective System Using the 1/2 Frequency Pilot Signal”, 2024 Asian Wireless Power
Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7

Ryuki Hoshikawa and Taichi Onishi : 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop Student
Competition Special Recognition Awards, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop

(AWPT), 2024.12.5-7

篠原真毅, 電子情報通信学会 2023 年度業績賞 “空間伝送型ワイヤレス給電の研究開発と実用化”, 2024.6

2) 著書

Naoki Shinohara, Nuno Borges Carvalho, Takehiro Imura, Tomoyuki Miyamoto, Kazuhiro Fujimori, and Alessandra Costanzo, "Theory and Technology of Wireless Power Transfer: Inductive, Radio, Optical, and Supersonic Power Transfer", ISBN 978-103235-785-0, CRC Press, UK, 2024.3

Naoki Shinohara (ed.), "Wireless Power Transfer: Theory, Technology, and Applications 2nd Edition", ISBN 978-183953-892-6, Inst of Engineering & Technology, UK, 2024.5

[解説記事]

篠原真毅, “ワイヤレス給電の研究開発現状と未来”, 電子情報通信学会誌 1200 号記念特集「100 年後の情報通信が支える未来予想図」, 2024.3

篠原真毅, “宇宙太陽発電所の研究開発現状”, 研究開発リーダー, Vol.21, No.1, 2024.4, pp.49-53

篠原真毅, “ワイヤレス給電と EMC”, EMC, No.437, 2024.9.5, pp.83-93

3) 学術論文誌

Yutian Yu, Li Wu, Qiang Chen, Naoki Shinohara, and Kama Huang, “Numerical investigation of dielectrophoresis behavior of atmospheric pressure plasma jet”, Applied Physics Letters, 2024.1, doi: 10.1002/ctpp.202300100

Wenyi Shao, Bo Yang and Naoki Shinohara, "Experimental Demonstration of Millimeter-Wave Self-Bending Over-Obstacle Focused Beam Using Single Phase-Modulated 3-D Printed Dielectric Plate Structure," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol.23, No.3, pp. 1090-1094, 2024, doi: 10.1109/LAWP.2023.3344790

Daotong Li, Jiaxin Wang, Linsong Shi, Ying Liu, Kai-Da Xu, Qiang Chen, and Naoki Shinohara, “Self-Packaged mm-Wave Broadband Air-Filled SIW Filtering Power Divider With Sharp Roll-Off Skirt and High In-Band Isolation”, IEEE Microwave and Wireless Technology Letters, Vol.34, No.5, pp. 482-485, Apr. 2024, doi:10.1109/LMWT.2024.3382592

Heng-Ming Hsu, Bo Yang, Chong-Yi Chang, Katsumi Kawai, Fu-Jun Yen, and Naoki Shinohara, “High-Power Oscillator and High-Efficiency Rectifier for 900 MHz Wireless Power Transfer System with Minimal Components”, IEEE Trans. MTT, Vol.72, No.4, pp. 2669-2676, Apr. 2024, doi: 10.1109/TMTT.2023.3316308

Charleston Dale M. Ambatali, Shinichi Nakasuka, Bo Yang, and Naoki Shinohara, “Analysis and

- Experimental Validation of the WPT Efficiency of the Both-Sides Retrodirective System”, *Space Solar Power and Wireless Transmission*, Apr. 2024, doi.org/10.1016/j.sspwt.2024.04.001/
- Heping Huang, Bo Yang, Naoki Shinohara, and Changjun Liu, “Coherent Power Combining of Four-Way Injection-Locked 5.8-GHz Magnetrons Based on a Five-Port Hybrid Waveguide Combiner”, *IEEE Trans. MTT*, Vol.72, No.7, pp.4395-4404, 2024, doi: 10.1109/TMTT.2023.3347549
- Babita Gyawali, Ramesh K. Pokharel, Samundra K. Thapa, Adel Barakat, and Naoki Shinohara, “New Rectification Technique Employing Auxiliary Rectifier for Resonance Control Achieving Compact Size and High Efficiency in CMOS”, *IEEE Solid-State Circuits Letters*, Vol.7, pp.187-190, Jul., 2024, doi: 10.1109/LSSC.2024.3409710
- Wenyi Shao, Bo Yang, Shinichiro Horiuchi, Naoki Shinohara, and Minoru Furukawa, “Realization of Electrically-switched Dynamic Focused Beam Charging System with a Reconfigurable Phase-change Cascaded Feed Network for Wireless Power Transfer”, *Journal of Microwaves*, Vol.4, No.3, pp.348-359, 2024, doi:10.1109/JMW.2024.3412029
- Narihiro Nakamoto, Kazunari Kihira, Toru Fukasawa, Yoshio Inasawa, Yoshio, and Naoki Shinohara, “Waveguide Slot Array with Code-Division Multiplexing Function for Single RF Chain Digital Beamforming”, *IEICE Trans. B*, Vol.E107-B, No.8, pp. , Aug. 2024, doi: 10.23919/transcom.2023EBP3123
- Katsumi Kawai, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Design of a Second Harmonic Reradiating Rectenna Using Harmonic Source Pull”, *IEEE Trans. MTT*, Vol.72, No.10, pp.6164-6173, 2024, doi: 10.1109/TMTT.2024.3387543
- Daotong Li, Chen Yang, Linsong Shi, Ying Liu, Qiang Chen, and Naoki Shinohara, “A High Gain Filtering Quasi-Yagi Antenna Based on Compressed Third-Order Mode Dipole,” *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol.23, No.10, pp.2860-2864, 2024, doi:10.1109/LAWP.2024.3409748
- Wenyi Shao, Bo Yang, and Naoki Shinohara, “3-D Printed Multi-Focusing Truncated Gutman Lens with High-efficient MMIC Class-F Load GaAs Rectenna for mm-Wave Battery-free IoT Application”, *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, Vol.14, No.7, pp.1319-1325, 2024, doi: 10.1109/TCPMT.2024.3419712
- Katsumi Kawai, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Efficiency Enhancement of a Single-Diode Rectenna Using Harmonic Control of the Antenna Impedance”, *IEICE Trans. C.*, Vol.E107-C, No.10, pp.323-331, Oct. 2024, doi.org/10.1587/transele.2024MMP0002
- Baku Takahara, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Experimental Demonstration of Uniform Microwave Heating via Electromagnetic Coupling Using Zeroth-Order Resonators”, *IEICE Trans. C.*, Vol.E107-C, No.10, pp. 340-348, Oct. 2024, doi: 10.1587/transele.2024MMP0005

- Daotong Li, Dongyi Sui, Kai-Da Xu, Dongxu Wang, Ying Liu, Siyuan Luo, and Naoki Shinohara, “Dual-Band Polarization-Independent Terahertz Absorber Based on F-Shaped Multimode Structure”, IEEE Photonics Technology Letters, Vol.36, No.19, pp.1201-1204, 2024, doi:10.1109/LPT.2024.3454175
- Xiao Cai, MengChi Xu, Naoki Shinohara, and Geyi Wen, “Optimal Design of Multitarget Wireless Power Transmission with Arbitrary Received Power Allocation”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.23, No.10, pp.3158-3162, 2024, doi:10.1109/LAWP.2024.3428706
- Xinbin Hou, John Mankins John, Naoki Shinohara, Joon-Min Choi, and Martin Soltau, “A review on recent development of space solar power,” Chinese Space Science and Technology, Vol.44 No.6, pp.33-51, 2024.12, doi:10.16708/j.cnki.1000-758X
- Daotong Li, Lanlan Yang, Linsong Shi, Jiaxin Wang, Ying Liu, Naoki Shinohara, and Qiang Chen, “A High-Gain Pattern and Beamwidth Reconfigurable Dielectric Resonator Antenna based on Parasitic Metal Panels”, IEEE Trans. AP, Vol.72, No.12, pp. 9492-9497, 2024, doi:10.1109/TAP.2024.3486452,
- Partha Pratim Shome , Debanjali Sarkar , Taimoor Khan , Naoki Shinohara , and Yahia Antar, “From Waves to Watts: Advancements in Rectenna Arrays for RFEH and WPT”, IEEE Antennas and Propagation Magazine, accepted, 2024, doi: 10.1109/MAP.2024.3513158
- Jianwei Jing, Bo Yang , Liping Yan, Naoki Shinohara, and Changjun Liu, “Fully-Polarized Wideband Omnidirectional RF Harvester with Highly-Efficient DC Power Combination”, Electronics, Vol. 13, No. 24, pp.4891, 2024, doi.org/10.3390/electronics13244891
- Jintai WU, Qiaowei YUAN, Takayuki OKADA and Bo YANG, “An Estimation Method of the 4-Port S-Parameters Used for the E-MIMO Approach,” Space Solar Power and Wireless Transmission, Dec., 2024, doi.org/10.1016/j.sspwt.2024.12.006

4) 博士論文

- Katsumi Kawai (Kyoto Univ.), “Novel Rectenna Design Methods for Wireless Power Transfer Systems”, 2024.9
- Narihiro Nakamoto (Kyoto Univ.), “Novel Architectures and an Efficient Calibration Technique for Low-cost and High-performance Phased Array Antennas”, 2024.9

5) 修士論文

- 高原 麦, “0次モード共振を利用した均一マイクロ波加熱領域の伸張”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2024.3
- 鈴木 健斗, “OAMモード切り替え照射による均一マイクロ波加熱の研究”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2024.3

- 梶原豪, “高精度マイクロ波送電用アレーアンテナのための低損失移相器の開発研究”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2024.3
- 桑山陽次, “惑星電波望遠鏡 IPRT 用メートル波広帯域アンテナフィードの開発”, 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, 2025.3
- 三島大輝, “整流回路のインピーダンスシミュレーション法”, 静岡大学 大学院総合科学技術研究科 工学専攻 修士課程中間発表(松永研究室)
- 木野良武波, “ミリ波帯逆 F アンテナのオーバーサイズ設計”, 静岡大学 大学院総合科学技術研究科 工学専攻 修士課程中間発表(松永研究室)
- 黒川友貴, “ミリ波帯パッチアンテナを広帯域化するスロット結合給電の問題点整理”, 静岡大学 大学院総合科学技術研究科 工学専攻 修士課程中間発表(松永研究室)
- 栗田清志郎, “生体イメージングにおけるアンテナ配置依存性のパッチアンテナを用いた検討”, 静岡大学 大学院総合科学技術研究科 工学専攻 修士課程中間発表(静岡大学大学院松永研究室)

6) 学士論文

- 福王悠星, “円柱底面陰極型マグネトロン の原理検討および電磁界シミュレーションによる評価”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2024.3
- 矢野佑樹, “共鳴送電を応用したマイクロ波壁通過改善に関する研究”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2024.3
- 大西大知, “編隊飛行する衛星を用いた宇宙太陽光発電のフェージビリティスタディ”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2024.3
- 利田裕貴, “簡易フェーズドアレーを用いたフラットビーム形成による無線電力伝送効率向上の研究”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2024.3
- 恵木 七海, “マイクロ波による電力の送受電の効率化を目指した研究”, 令和 5 年度明石工業高等専門学校 卒業論文, 2024.
- 藤川 翔太, “災害時のマイクロ波送受電の活用を目指した整流回路の研究”, 令和 5 年度明石工業高等専門学校 卒業論文, 2024.
- UWB 技術を用いた ToF 方式に基づく位置推定精度に関する研究, 東北工業大学, 2024
- 160KHz ワイヤレス送受電システムの設計, 東北工業大学, 2024
- 鎌田緋莉, “水中における磁界結合ワイヤレス給電のための電気特性に関するモーメント法電磁界解析を用いた基礎検討”, 函館高専専攻科 2 年特別研究論文, 2024
- 海老田のあ, “複数同時ワイヤレス給電のた, めの誘電体埋め込みループ型レクテナアレーの特性解析”, 函館高専専攻科 2 年特別研究論文, 2024
- 畑沢公陽, “マイクロ波融雪用電波漏洩防止 EBG 導波管に対する水および雪の影響解析”, 函館高専専攻科 1 年特別研究論文, 2024

7) 学会発表

- (School) Naoki Shinohara, “High Efficiency Rectenna Theory and Technology for Far Field Wireless Power”, URSI Radio Science School for Young Scientists “Wireless Power Transmission for A Sustainable Society”, 2024 URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain, 2024.5.19-24
- (Invited) Naoki Shinohara, “Space Based Solar Power in Japan”, in Special Session “Microwave-Based Space Based Solar Power”, IMS2024, Washington DC, USA, 2024.6.17-20
- (Invited) Naoki Shinohara, “The state of the art of WPT and standards”, in Short Course “Wireless Power Transfer: Standard Theory and Applications”, APS/URSI2024, Florence, Italy, 2024.7.14
- (Keynote) Naoki Shinohara, “Recent Advance of Far Field Wireless Power Transfer Technology”, IEEE Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP2024), Nanjing, China, 2024.9.22-25
- (Keynote) Naoki Shinohara, “Electricity Like the Air - Technology and Application of Wireless Power -”, 2024 International Conference on Wireless Power Transfer (ICWPT2024), Xuzhou, China, 2024.10.11-13
- (Invited) Naoki Shinohara, and Bo Yang, “Development of Novel Phase Shifters for Phased Array for Far Field Wireless Power Transfer at 28GHz”, 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024), Incheon, Korea, 2024.11.6-8, Proceedings Fr F2_02.pdf
- (Keynote) Naoki Shinohara, “Advance of Wireless Power Transfer Technology and Business”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- (依頼) 篠原真毅, 楊波, 利田裕貴, “空間伝送型ワイヤレス給電のための 28GHz 帯簡易フェイズドアレイアンテナの研究開発”, Microwave Workshops & Exhibition (MWE) 2024, ワークショップ「Beyond 5G/6G に向けたワイヤレス電力伝送と通信の融合」, 講演集 TH2A-2, 2024.11.28
- Naoki Shinohara, Bo Yang, and Wenyi Shao, “Large and Simple Phased Array System at 28 GHz for Beam Wireless Power Transfer”, 18th European Conference on Antenna and Propagation (EuCAP2024), Glasgow, Scotland, 2024.3.17.-22
- Naoki Shinohara, Bo Yang, and Wenyi Shao, “Optimum structured phased array with novel beam forming circuits for beam wireless power transfer”, 18th European Conference on Antenna and Propagation (EuCAP2024), Glasgow, Scotland, 2024.3.17.-22
- Naoki Shinohara, Bo Yang, and Katsumi Kawai, “Far-Field Beam Wireless Power Transfer with Combination of Beam Forming and Optical Target Detection”, 18th European Conference on Antenna and Propagation (EuCAP2024), Glasgow, Scotland, 2024.3.17.-22
- Chang Ge, Qiaowei Yuan, Qiang Chen, “Accuracy Improvement of Impedance Measurement for Nonlinear Devices”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11

- Charleston Dale Ambatali, Shinichi Nakasuka, Bo Yang, and Naoki Shinohara, “Experimental Validation of the Dynamics of the Both-Sides Retrodirective Antenna Array System”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11, Proceedings pp.132-136
- Haokun Zhang, Daotong Li, Zhihui Wang, LanlanYang, Naoki Shinohara, and Ying Liu, “A Compact High-Efficiency Wideband Watt-Level RF Rectifier for Microwave Power Transfer”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11, Proceedings pp.445-448
- Katsumi Kawai, Bo Yang, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Design Method of High Efficiency Rectenna for MicrowavePowerTransmission”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11, Proceedings pp.449-450
- Yuuki Kagata, Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Research on Improving Wireless Power Transmission Efficiency by Forming a Flat-Topped Beam Using Simple Phased Array”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11, Proceedings pp.856-860
- Taichi Onishi, Kento Suzuki, Bo Yang, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Computational Study of Microwave Beam Forming for Wireless Power Transfer on Flight-Formation Small-Satellite Experiment”, IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo 2024 (WPTCE2024), Kyoto, Japan, 2024.5.8-11, Proceedings pp.359-363
- Tamami Maruyama, Olan Heinen, Noa Ebita, Masashi Nakatsugawa, Masaya Tamura, Noriharu Suematsu, “Analysis and LEDs Illumination Using Wi-Fi Tethering of Novel Crossed Dipole Rectenna Array,” 2024 IEEE Wireless Power Technology conference and expo (WPTCE 2024) pp.124-127, DOI: 10.1109/WPTCE59894.2024.10557445, 2024
- Naoki Shinohara, Yuuki Kagata, Bo Yang, and Wenyi Shao, “High Efficiency Beam Wireless Power Transfer with Simple Phased Array Antenna”, 2024 URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain, 2024.5.19-24
- Naoki Shinohara, Tsuyoshi Kajiwara, and Bo Yang, “Development of Novel Phase Shifter for Beam Wireless Power Transfer”, 2024 URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain, 2024.5.19-24
- Shimpei Katsuta, Tomohiko, Mitani, and Naoki Shinohara, “Study on Shape of Heated Sample for Dualband Electromagnetic Coupling-Type Microwave Heating System”, 5th Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Fukuoka, Japan, 2024.7.22-25, Proceedings OB209
- H. Ujihara, H. Nosaka, “Development of Wideband Antennas”, IAU(国際天文学連合) 2024 General Assembly, Cape town, South Africa, 2024.8.12

- H. Ujihara, H. Nosak, “Development of Wideband Antennas”, IVS(The International VLBI Service for Geodesy and Astronomy) 13th General Meeting & 24th Anniversary, Tsukuba, Japan
- Akari Kamada, Tamami Maruyama, Noa Ebita, Masashi Nakatsugawa, Masaya Tamura, Noriharu Suematsu, “Coil Orientation Impact on Efficiency in Double-Sided WPT with Magnetic Field Coupling,” IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, AP-S 2024 pp.1605-1606, DOI: 10.1109/AP-S/INC-USNC-URSI52054.2024.10686242 2024.
- Koyo Hatazawa, Tamami Maruyama, Masashi Nakatsugawa, Takahiko Nakamura, Tsunayuki Yamamoto, Manabu Omiya, “Novel Microwave Snow Melting Waveguide Utilizing EBG to Prevent Electromagnetic Leakage,” IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, AP-S 2024 pp.2061-2062, DOI: 10.1109/AP-S/INC-USNC-URSI52054.2024.10687108, 2024
- M. Matsunaga and D. Homma, "Enhancing Broadband Performance with a Novel Three-Stage Tapered Slot Antenna Featuring Exponential Curve," 2024 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and INC/USNC - URSI Radio Science Meeting (AP-S/INC-USNC-URSI), Firenze, Italy, 2024, pp. 845-846
- Tamami Maruyama, Olan Heinen, Masashi Nakatsugawa, Katsuya Nakahira, Masayuki Okamoto, Ikuo Awai, "Study on Simultaneous Wireless Power Transfer in Air and Underwater Using Magnetic Field Coupling," IEEE-APS Conference on Antennas and Propagation for Wireless Communications, IEEE APWC 2024, pp.165 - 168, doi 10.1109/APWC61918.2024.10701898, 2024.
- M. Matsunaga, "Enhanced-Bandwidth T-Match Folded Antenna with Advanced Reactance Tunability for Conjugate Impedance Matching with ICs," 2024 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), Lisbon, Portugal, 2024, pp. 171-172
- M. Nakatsugawa, Y. Sasaki; T. Maruyama; M. Omiya; Y. Tamayama, “Experimental evaluation of the transmission performance between a circuit-shape slotted waveguide and a $\lambda/2$ dipole antenna,” IEEE-APS Conference on Antennas and Propagation for Wireless Communications, IEEE APWC 2024 proceeding, pp.84-84, DOI: 10.1109/APWC61918.2024.10701834, 2024.
- Yuuki Kagata, Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Research on Improving Wireless Power Transmission Efficiency by Forming a Flat-Topped Beam Using Simple Phased Array”, 2024 Thailand Japan Microwave (TJMW2024), Bangkok, Thailand, 2024.10.2-4
- Yuki Yano, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani, and Bo Yang, “Study on Improvement of Microwave Penetration through Wall by Applying Resonant-Type Wireless Power Transfer”, 2024 Thailand Japan Microwave (TJMW2024), Bangkok, Thailand, 2024.10.2-4
- Shimpei Nishiyama, Taisei Urakami, Tamami Maruyama, Minoru Okada, Akira Ono, “Multi-Beam

- Metasurface Reflector for Energy Harvesting to Multi-Devices in Different Directions,” 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024) November 5~8, 2024 / Songdo Convensia, Incheon, Republic of Korea FrH2_04(04) pp.1-2, 2024.
- Naoki Shinohara, Yuuki Kagata, Bo Yang, and Tomohiko Mitani, “Development of a High Total Efficiency Beam Forming Antenna with a Flat Top Beam in Radiative Near Field Wireless Power Transfer”, 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024), Incheon, Korea, 2024.11.6-8, Proceedings WeG1_02.pdf
- Olan Heinen, Noa Ebita, Tamami Maruyama, Masashi Nakatsugawa, Masaya Tamura, Noriharu Suematsu, “Analysis and Measurement of a Novel Rectenna Array Crossing a Loop and Dipole Antennas,” 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024) November 5~8, 2024, Songdo Convensia, Incheon, Republic of Korea FrH2_06(06) pp.1-2, 2024.
- Taisei Urakami, Kazutomo Nakamura, Tamami Maruyama, Na Chen, Minoru Okada , “Reconfigurable Convex-Type Multi-Beam Metasurface Reflector for mm Wave Application,” 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024) November 5~8, 2024, Songdo Convensia, Incheon, Republic of Korea FrH2_03(03) pp.1-2, 2024.
- Tsunayuki Yamamoto, Takeo Kobashi, Tamami Maruyama, “Research on Metamaterial Technology for Microwave Wireless Power Transfer,” 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2024) November 5~8, 2024 / Songdo Convensia, Incheon, Republic of Korea FrH2(02) pp.1-2, 2024.
- Koutarou Matsumoto, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Study on Phase Correction for Reducing Main Lobe Direction Error and Maximizing Main Lobe Amplitude of Phased Array Antenna for Wireless Power Transfer”, 2024 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Bali, Indonesia, 2024.11.17-20, Proceedings
- Yunchong Tang, Qiaowei Yuan, “Accuracy Improvement of Magnetic Field Measurement in WPT Systems”, Proc. of ISAP2024, WeG1_03, pp.81-82, Nov., 2024.
- Jintai WU, Qiaowei YUAN, “An Estimation Method of the 4-Port S-Parameters Used for the E-MIMO Approach,” 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop, E-1, Dec. 6, 2024.
- Fumitaka FUNAYAMA, Qiaowei YUAN, “A Study on Accuracy of Position Estimation Based on ToF Using UWB Technology,” 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop, E-3, Dec. 6, 2024
- Norihito Yamato, Qiaowei YUAN, Qiang CHEN, Nozomu ISHII, Masaharu TAKAHASHI, “Analysis of Electromagnetic Wave Transmission Characteristics in Seawater Using Cylindrical Concrete Structures for Floating Offshore Wind Power Generation”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop, E-4, Dec. 6, 2024
- Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Design of 28GHz simplified control phased

- array system”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- Ryuki Hoshikawa, Bo Yang, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Development of Retrodirective System Using the 1/2 Frequency Pilot Signal”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- Taichi Onishi, Kneto Suzuki, Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Computational Study of Wireless Power Transfer using Flight-Formation Small-Satellite”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- Jingxin Tang, Bo Yang, Daotong Li, Dexin Ye, and Naoki Shinohara, “Wide-angle and Circularly-polarized Metasurface for Electromagnetic Energy Harvesting”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- Jianwei Jing, Bo Yang, Jiafei Pang, and Naoki Shinohara, “A Low-Loss 5.8 GHz Phase Shifter Using Varactor Diodes with a 360° Phase Shift Range”, 2024 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2024.12.5-7
- Shimpei Katsuta, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Feasibility Study on Dualband Electromagnetic Coupling-Type Microwave Heating Systems”, 電子情報通信学会総合大会, 2024.3.5-8, BCI-4-05
- 福王悠星、楊波、篠原真毅、三谷友彦, “円柱底面陰極型マグネトロンの原理検討および電磁界シミュレーションによる評価”, 電子情報通信学会総合大会, 2024.3.5-8, B-20-23
- 氏原秀樹, 三谷友彦, “広帯域アンテナの開発(IV)”, 電子情報通信学会技術報告, 2024.3, vol.123,no.437,WPT2023-52,pp.85-86,
- 梶原豪, 楊波, 篠原真毅, 三谷友彦, “反射型移相器に用いるカプラ形状による性能変化に関する研究”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会, 2024.3.15-17, 信学技報, vol.123, no.437, WPT2023-45 , pp.55-58
- 楊波, 三谷友彦, 篠原真毅, 許恒銘, “自己発振原理を応用した大電力マイクロ波源の設計”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会, 2024.3.15-17, 信学技報, vol.123, no.437, WPT2023-47 , pp.63-65
- 鈴木健斗, 三谷友彦, 篠原真毅, “OAM モード切り替えを用いた均一マイクロ波加熱の研究”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会, 2024.3.15-17, 信学技報, vol.123, no.437, WPT2023-48 , pp.66-70
- 高原麦, 三谷友彦, 篠原真毅, “導波管型 0 次モード共振器を用いた均一マイクロ波加熱領域の伸長”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会, 2024.3.15-17, 信学技報, vol.123, no.437, WPT2023-49 , pp.71-75
- 河合勝己, 篠原真毅, 三谷友彦, “F 級及び逆 F 級シングルダイオードレクテナの設計”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会, 2024.3.15-17, 信学技報, vol.123, no.437, WPT2023-56 , pp.103-106
- 松永真由美, 三島大輝, “IC との複素インピーダンス共役整合のための線状アンテナのイ

- ンピーダンス調整素子”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 信学技報, vol. 123, no. 437, WPT2023-53, pp. 87-91, 2024年3月
- HEINEN Olan, 丸山珠美, 海老田のあ, 鎌田緋莉, 中津川征士, 田村昌也, 末松憲治, “Experiment of Simultaneous Illumination of Multiple LEDs by Receiving the Radio Waves of Wi-Fi Tethering with Rectenna Array,” 信学技報, vol. 124, no. 4, WPT2024-2, pp. 7-11, 2024年4月. 124(4) 7-11 2024年4月.
- 桑山陽次, 三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 氏原秀樹, “太陽・惑星電波観測用広帯域フィードシステムの開発”, 日本地球惑星科学連合 2024年大会, 2024.5.26-31
- 丸山珠美, OLAN HEINEN, 中津川征士, 中平勝也, 岡本昌幸, 栗井郁雄, “磁界結合ワイヤレス電力伝送における送受異なる媒質の影響解析,” 信学技報, vol. 124, no. 77, WPT2024-9, pp. 7-11, 2024年6月. 124(77) 7-11 2024年6月
- 氏原秀樹, “広帯域アンテナ開発・応用と課題”, 「対流圏水蒸気サイエンス」分野横断研究ワークショップ, 2024.6.6-8
- 中津川征士, 佐々木悠雅, 丸山珠美, 大宮 学, 玉山泰宏, “スロット開口サーキット型導波管と $\lambda/2$ ダイポールアンテナ間の伝送特性に関する実験的評価,” 信学技報, vol. 124, no. 96, MW2024-59, pp. 141-145, 2024年7月. 124(96) 141-145 2024年7月
- 畑沢公陽, 丸山珠美, 中津川征士, 山本綱之, 大宮 学, “マイクロ波融雪用電波漏洩防止 EBG 導波管に対する雪の影響解析,” 信学技報, vol. 124, no. 96, MW2024-58, pp. 137-140, 2024年7月. 2024年7月.
- 氏原秀樹, “VLBI 兼水蒸気観測用広帯域受信機の開発”, 野辺山開発プログラムミーティング 2024, 2024.7.5
- タケ シンタイ, 袁 巧微, タン ユンチョウ, “Beamforming Performance of Unconventional 4×4 Dipole Antenna Array by Using E-MIMO Approach,” 2024年度電気関係学会東北支部連合大会, 1A06-11-02, August 29, 2024.
- 丸山 珠美, Heinen Olan, 海老田 のあ, 中津川 征, 田村 昌也, 末松 憲治, “ダイポールとループをクロスさせたレクテナアレーの解析と測定,” 2024年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-1B(27) B-1B-27-B-1B-27 2024年9月.
- 浦上大世, 丸山珠美, 小野安季良, 中村一智, 陳娜, 岡田実, “再構成可能なコンベックス型マルチビームメタサーフェス反射板の反射角度範囲拡大に関する一検討,” 2024年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-1B(63) B-1B-63-B-1B-63 2024年9月.
- Heinen Olan, 鎌田 緋莉, 丸山 珠美, 中津川 征士, 中平 勝也, 岡本 昌幸, 栗井 郁雄, “磁界結合 WPT による水中空中同時給電のための効率解析,” 2024年電子情報通信学会ソサイエティ大会 20(06) B-20-06-B-20-06 2024年9月.
- 桑山陽次, 三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 氏原秀樹, “メートル波帯太陽・惑星電波観測用広帯域フィードシステムの開発-III”, 日本天文学会秋季年会, 2024.9.11-13
- 氏原秀樹, 野坂秀之, 市川隆一, 関戸衛, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 小林智勝, 寺家孝明, 小

- 山友明, 竹内央, 今井裕, “次世代マイクロ波放射計兼広帯域 VLBI 受信システムの開発 (VI)”, 日本天文学会秋季年会, 2024.9.11-13
- 袁 巧微, 武 晋泰, “E-MIMO とレトロディレクティブアレーを用いたビームフォーミング,” 信学技報, vol. 124, no. 206, AP2024-133, pp. 238-240, 2024 年 10 月
- 氏原秀樹, 市川隆一, 今井裕, 小山友明, 寺家孝明, “水蒸気ラジオメータ兼広帯域 VLBI 受信機の試験”, 日本測地学会第 142 回講演会, 2024.10-30-11.1
- 氏原秀樹, 野坂秀之, “広帯域アンテナの開発”, 第 68 回宇宙科学技術連合講演会, 2024.11.5-8
- 氏原秀樹, 野坂秀之, “広帯域アンテナの開発”, 第 25 回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ/2024 年度理研-NICT 合同テラヘルツワークショップ, 2024.11.21-22
- 桑山陽次, 三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 氏原秀樹, “Development of a wideband feed system for the solar and planetary radio telescope in Tohoku Univ.”, 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 156 回講演会, 2024.11.24-27
- 氏原秀樹, 野坂秀之, 市川隆一, 関戸衛, 宗包浩志, 宮原伐折羅, 小林知勝, 寺家孝明, 小山友明, 竹内央, 今井裕, “広帯域アンテナの開発と高周波化”, VLBI 懇談会シンポジウム 2024, 2024.12.9-11
- 桑山陽次, 三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 氏原秀樹, “メートル波広帯域フィードの開発”, VLBI 懇談会シンポジウム 2024, 2024.12.9-11
- 篠原真毅, 楊波, 利田裕貴, “28GHz 帯の情報電力同時伝送用簡易フェーズドアレーアンテナの開発”, 第 10 回 SSPS シンポジウム, 東京都立大学, 2024.12.10-11
- 篠原真毅, “SSPS 研究開発の各国の動向について 2024 年度版”, 第 10 回 SSPS シンポジウム, 東京都立大学, 2024.12.10-11
- 鎌田緋莉, 丸山珠美, 中津川征士, 田村昌也, 栗井郁雄, “水中における磁界結合ワイヤレス給電のための電気特性に関するモーメント法電磁界解析を用いた基礎検討,” 信学技報, vol. 124, no. 301, WPT2024-25, pp. 6-11, 2024 年 12 月. 124(301) pp. 6-11 2024 年 12 月.
- 海老田のあ, 丸山珠美, 中津川征士, 田村昌也, 末松憲治, “複数同時ワイヤレス給電のための誘電体埋め込みループ型レクテナアレーの特性解析,” 信学技報, vol. 124, no. 301, WPT2024-24, pp. 1-5, 2024 年 12 月. 124(301) pp. 1-5 2024 年 12 月.
- Daiki Mishima and Mayumi Matsunaga, “Impedance Simulation for Rectifier Circuits,” IEEE Midland Student Express 2024 Autumn, 2024 年 12 月 20 日, Toyohashi University of Technology.
- Rabuha Kino and Mayumi Matsunaga, “Oversized Design of a Millimeter-Wave Inverted-F Antenna,” IEEE Midland Student Express 2024 Autumn, 2024 年 12 月 20 日, Toyohashi University of Technology.
- 三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 桑山陽次, 和賀正道, “東北大低周波電波観測: 現況・近未来”, 宇宙電波懇談会シンポジウム 2025, 2025.1.8-10

畑沢公陽、丸山珠美、中村尚彦、中津川征士、山本綱之、大宮 学、“マイクロ波融雪用電波漏洩防止 EBG 導波管に対する水および雪の影響解析,” WPT 研究会 1 月発表予定
海老田のあ、丸山珠美、中津川征士、田村昌也、末松憲治、“複数同時ワイヤレス給電のための誘電体埋め込みループ型レクテナアレーによるアクセサリの試作と実験,” WPT 研究会 3 月発表予定

鎌田緋莉、丸山珠美、中津川征士、粟井郁雄、岡本昌幸、中平勝也、“磁界結合ワイヤレス給電の誘電体媒質影響に対するフィルタ理論解析,” WPT 研究会 3 月発表予定
畑沢 公陽、丸山 珠美、大宮 学、山本 綱之、中村 尚彦、伊藤 桂一、中津川 征士、玉山 泰宏、村田 政隆、“電波漏洩防止用 EBG 装荷導波管によるマイクロ波融雪実験および WPT 伝送効率測定,” 電子情報通信学会 2025 年 3 月発表予定

8) その他招待講演

Naoki Shinohara, “Electricity like the Air - Technology and Applications of Wireless Power-“, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, 2024.3.27

Naoki Shinohara, “Electricity like the Air - Technology and Applications of Wireless Power-“, Sichuan University, Chengdu, China, 2024.4.25

Naoki Shinohara, “Recent Advance of Far Field Wireless Power Transfer Technology and Expectation of Novel Semiconductors”, Jiangnan University, Wuxi, China, 2024.9.23

篠原真毅, “そらから電気がふってくるミライ、そして電池切れのないセカイ”, 京都大学アカデミックプログラム、2024.7.29

篠原真毅, “ワイヤレス電力伝送の技術と実用化の動向 -IoT センサから宇宙太陽発電まで-”, 第 62 回電気科学技術講演会「ワイヤレス電力伝送技術の開発動向」, 2024.7.31

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電の現在と未来 -工学研究の理想形-“, 創立 75 周年記念事業・第 32 回蘭岳セミナー, 室蘭工業大学, 2024.10.29

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電システム開発のための技術概要と世界の研究開発状況”, 2024 年度 次世代ワイヤレス技術講座, 一般社団法人 KEC 関西電子工業振興センター, 2024.11.15

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電のビジネス動向と将来の夢”, 東北工業大学, 2024.11.27

木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会

委員長 五十田 博（京都大学生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

木質材料実験棟（Wood Composite Hall）は、1994年2月に完成した大断面集成材を構造材とする3階建ての木造建築物である（写真1）。付属的施設として実験住宅「律周舎」（写真2）がある。木質材料実験棟の1階には、写真3～5に示すような木質構造耐力要素の性能評価用試験装置、木質由来新素材開発研究用の加工、処理、分析・解析装置などを備えている。3階には、120名程度収容可能な講演会場のほか、30名程度が利用できる会議室がある。また、2019年度より、耐震シミュレーションソフト「wallstat（ウォールスタット）」を共同利用に資することとした。



写真1 木質材料実験棟全景

写真2 実験住宅「律周舎」



写真3 堅型油圧試験機

写真4 鋼製反力フレーム

写真5 X線光電子分析装置

実験に供することができる主たる設備は以下の通り

- 1) 1000 kN 堅型サーボアクチュエーター試験機（写真3）：試験体最大寸法は高さ 2.5 m、幅 0.8 m、奥行き 0.8 m 程度まで適用可能。集成材各種接合部の静的・動的繰り返し加力実験、疲労実験、丸太や製材品の実大曲げ実験、実大座屈実験その他に供されている。
- 2) 500 kN 鋼製反力フレーム水平加力実験装置（写真4）：試験体最大寸法：高さ 3.0 m、幅 4.5 m（特別の治具を追加すれば 6 m まで可能）、奥行き 1 m。PC 制御装置と最大ストローク 500 mm の静的正負繰り返し加力用オイルジャッキを備えている。耐力壁、木質系門型ラーメン、その他構造耐力要素の実大（部分）加力実験に供されている。

- 3) X線光電子分析装置 (ESCA) (写真 5) : 試料の最表面 (5 nm) を分析可能。イオンエッチングを行うことで深さ方向の分析も可能である。現在のところ、主に、木質系炭素材料の表面分析に供されている。
- 4) 木造エコ住宅 (律周舎 : 写真 2) : 平成 18 年 11 月に完成した自然素材活用型木質軸組構法実験棟。金物を一切使わず、木、竹、土等の自然素材だけで構造体を構築したユニークな木造実験住宅である。

2024 年度の採択課題数は 15 件で、表 1.1 に本年度の採択課題名、代表研究者、所内担当者の一覧を示す。表 1.2 に耐震シミュレーションソフト「wallstat (ウォールスタット)」の共同利用課題について記載した。

表 1.1 2024 年度木質材料実験棟共同利用採択課題一覧

課題番号	研究課題	研究代表者名 (共同研究者数) 所属・職名/所内担当者
R6-WM-02	クラスタービーム照射による表面反応に関する研究	瀬木 利夫 (2) 京都大学・講師/畑 俊充
R6-WM-03	バイオマス由来多孔質炭素材料の作製	坪田 敏樹 (1) 九州工業大学・准教授/畑 俊充
R6-WM-04	木造住宅の地震時層崩壊を抑制する通し面材工法に関する研究	宮津 裕次 (6) 東京理科大学・准教授/五十田 博
R6-WM-05	木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による機能性活性炭の製造及びその応用	畑 俊充 (1) 京都大学・講師/畑 俊充
R6-WM-06	住宅床下環境における銅系接合具の木材防腐効果の検証	栗崎 宏 (3) 富山県農林水産総合技術センター・主任専門員/大村 和香子
R6-WM-08	暴露された木質材料の長期性能評価	森 拓郎 (3) 広島大学・教授/五十田 博
R6-WM-10	自己修復性を持つ画期的な木材保護着色塗料の開発	大木 博成 (2) 玄々化学工業株式会社・取締役 技術部長/五十田 博

表 1.2 2024 年度木質材料実験棟共同利用 (wallstat) 課題一覧

課題番号	研究課題	研究代表者名 (共同研究者数) 所属・職名/所内担当者
R6-WM-01	AI を用いた構造ヘルスマニタリング手法の開発	小檜山 雅之 (2) 慶應義塾大学・教授/中川 貴文
R6-WM-07	生物劣化を受けた既存住宅の wallstat を用いた耐震性能評価	井上 涼 (3) 熊本大学・助教/中川 貴文
R6-WM-09	伝統木造建物の地震時挙動の分析	杉野 未奈 (0) 京都大学・准教授/中川 貴文

R6-WM-11	古民家 たち季 現況調査及び劣化調査	塚口 憲(4)滋賀職業能力開発短期大学校・職業訓練指導員/中川 貴文
R6-WM-12	木造住宅の実施設計及び耐震・省エネの性能評価	塚口 憲(2)滋賀職業能力開発短期大学校・職業訓練指導員/中川 貴文
R6-WM-13	地震動特性と木造建物被害の関係の評価	西川 隼人(0)福井工業大学・教授/中川 貴文
R6-WM-14	木造在来軸組構法住宅の耐震性に関する研究	北尾 聡子(2)大阪電気通信大学・准教授/中川 貴文
R6-WM-15	木造住宅の耐水性能の検討	小山 毅(0)東京大学・特任准教授/中川 貴文

1) 課題番号：R6-WM-05「木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による機能性活性炭の製造及びその応用」(代表者：畑 俊充、生存圏研究所)では、小規模ガス化発電の副産物として得られる木質ペレット由来のガス化熱分解残渣を活用し、機能性活性炭の製造を目的とした。特に、熱処理による細孔構造の形成とCO₂吸着特性の変化に着目し、賦活剤無添加およびK₂CO₃添加の条件下で加熱実験を行った。無添加試料もK₂CO₃を添加した試料とも、CO₂吸着量は900℃到達後の保持時間0.5時間で大きくなり、K₂CO₃を添加した試料では最大のCO₂吸着量を示した。また、保持時間が長くなるにつれて、無添加試料および賦活試料ともCO₂吸着量は低下する傾向になった。また、アントンパール社のVersawinソフトウェアを用いた非局所密度汎関数理論(NLDFT)解析により、ある加熱時間における空孔径分布が得られることが確認された。これにより、高いCO₂吸着能を持つ活性炭の作製に向けた指針を得ることができ、今後はこの手法を基に賦活条件の最適化を進める予定である。

2) 課題番号：R6-WM-01「AIを用いた構造ヘルスマonitoring手法の開発」(代表者：小檜山雅之、慶應義塾大学)、木造建物の構造ヘルスマonitoringシステムにおける残存性能の判別精度向上を目的として時間軸を考慮した履歴ループデータを3次元畳み込みニューラルネットワークで機械学習する手法および実験計画法によりハイパーパラメータの探索を行う手法を提案した。学習データの作成においてはwallstatを用いて解析モデルの作成と地震応答解析を行い、各階の復元力・層間変形角の応答データから時間軸を考慮した履歴ループデータを生成した。また、解析に用いる入力地震動に関してパルス性地震動など多様性を考慮した。提案手法を用いることで損傷判別精度を向上することを検証した。

2024年度に共同利用研究活動の中で作成された卒業論文及び修士論文の主なリストを以下に示す。

- R6-WM-04 (代表：宮津裕次) 加藤蒔士：CLTと摩擦ダンパを用いた低層木造住宅用の通し面材工法に関する研究、東京理科大学修士論文、2025年2月

3. 共同利用状況

表2 木質材料実験棟過去10年間と本年度の利用状況の推移

年度 (平成、西暦)	26	27	28	29	30	2019	2020	2021	2022	2023	2024
採択課題数	15	21	16	14	17	17	22	28	19	11	15
共同利用者 数*	53 学内 23 学外 30	88 学内 30 学外 58	75 学内 26 学外 49	77 学内 22 学外 55	96 学内 26 学外 70	95 学内 18 学外 77	68 学内 13 学外 55	90 学内 13 学外 77	71 学内 16 学外 55	56 学内 14 学外 42	46 学内 11 学外 35

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

4. 専門委員会の構成及び開催状況（令和6年度）

五十田博（委員長、京大 RISH）、中島史郎（宇都宮大）、藤田香織（東大工）、山内秀文（秋田木高研）、森 拓郎（広島大）、杉山真樹（森林総研）、大橋義徳（北林産試）、田淵敦士（京都府立大）、仲村匡司（京大農）、松尾美幸（京大農）、梅村研二（京大 RISH）、中川貴文（京大 RISH）、畑俊充（京大 RISH）。令和6年度の専門委員会は、全てメール回議によって行なった。

5. 特記事項

特になし。

令和 6 年度共同利用研究活動の中で作成された研究の成果による
学術賞および学術論文誌に本年度発表された論文

[査読付き論文]

なし

[その他：学会口頭発表]

- R6-WM-01 (代表：小檜山雅之) Chiba, S., Kohiyama, M., and Yamashita, T.: Damage Classifier for Wooden Buildings Based on Hysteresis Loop Images Using CNN, Proc. of the 18th World Conference on Earthquake Engineering 2024 (WCEE2024), 10 pages, Milan, Italy, June 30-July 5, 2024 (Presentation: July 2, 2024). pages, 2023.10 (2023.10.25～27 日本学術会議, 口頭発表 2023.10.25)
- R6-WM-01 (代表：小檜山雅之) 前田利耀, 小檜山雅之, 山下拓三: 加速度応答に基づく木造建物の損傷判別器の長・短期記憶を用いた精度向上, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), Paper No. 21198, Vol. 構造 II, pp. 395-396, 2024.8 (2024.8.27～30 明治大学駿河台キャンパス, 口頭発表 2024.8.30)
- R6-WM-01 (代表：小檜山雅之) 千葉荘輝, 小檜山雅之, 山下拓三: 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた履歴ループに基づく木造建物の損傷判別システム, 日本地震工学会大会-2024 論文集, Paper ID: 20240136, 10 pages, 2024.12 (2024.12.4～5 じゅうろくプラザ, 岐阜市), 口頭発表 2024.12.5)
- R6-WM-01 (代表：小檜山雅之) 溝淵陸大, 小檜山雅之, 山下拓三: パルス性地震動の考慮による木造建物の被害判別器の精度向上, 日本地震工学論文集, 16JEES 特集号, 印刷中, 12 pages, 2025.
- R6-WM-04 (代表：宮津裕次) 加藤蒔士, 宮津裕次, 森拓郎, 五十田博, 脇田健裕, 青木崇: CLT を用いた通し面材工法における CLT-柱接合部の静的載荷実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1, pp.67-68, 2024.8
- R6-WM-08 (代表：森拓郎) 久米凜佳, 酒井温子, 大村和香子, 井上涼, 田中圭, 森拓郎: 築 27 年のラジアタパイン集成材木橋の健全度調査, 日本木材学会大会要旨集, 2025.3

居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド

共同利用・共同研究専門委員会

委員長 大村 和香子（京都大学生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

京都大学生存圏研究所居住圏劣化生物飼育棟（以下 DOL と略）と生活・森林圏シミュレーションフィールド（以下 LSF と略）は平成 20 年度から統合され、令和 6 年度は 12 件の研究課題を採択した。

DOL は木材及び木質系材料の加害生物を飼育し、生物劣化試験の実施、並びに生物劣化機構や環境との相互作用などの研究用の生物を供給できる国内随一の施設であり、シロアリ飼育室、木材食害性甲虫類飼育器および木材劣化菌類培養室から構成されている。

現在、供給可能な飼育生物は下記の通りである（*:居住圏環境共生分野以外、生きたままでは持ち出しは認めていない）

- ① シロアリ類：イエシロアリ、アメリカカンザイシロアリ（*）、ヤマトシロアリ
- ② 木材乾材害虫類：ヒラタキクイムシ、アフリカヒラタキクイムシ
- ③ 木材腐朽菌類：約 60 種。これらの菌類については、寒天培地における生育の様子と ITS 領域の塩基配列が生存圏データベース・担子菌類遺伝子データとして公開されている ([http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/basidio/database\(ichiran\)living-fungi.html](http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/basidio/database(ichiran)living-fungi.html))。公開後、20 年が経過した今年度より、保存菌株の活性を再確認しているところである。

従前より、木材や新規木質系材料の生物劣化抵抗性評価や防腐・防蟻手法の開発に関して、大学だけでなく公的研究機関、民間企業との共同研究を積極的に遂行してきた。また、新規木材保存薬剤の公的性能評価を実施する施設として、長年に亘り重責を担っている。



居住圏劣化生物飼育棟（DOL）
木材腐朽菌類培養室（左）、シロアリ飼育室（イエシロアリ巢）（中）、アメリカカンザイシロアリ（右）

一方 LSF は、鹿児島県日置市吹上町吹上浜国有林内に設置されたクロマツとニセアカシア、ヤマモモなどの混生林からなる約 28,000m² の野外試験地であり、日本において経済的に重要なイエシロアリとヤマトシロアリが高密度で生息し、これまで既に 30 年以上にわた

って木材・木質材料の性能評価試験、木材保存薬剤の野外試験、低環境負荷型新防蟻穂の開発や地下シロアリの生態調査、またその立地を活かした大気環境調査等に関して国内外の大学、公的研究機関及び民間企業との共同研究が活発に実施されてきた。



生活・森林圏シミュレーションフィールド (LSF)
左：LSF 入口、右：木材・木質材料の野外防蟻試験（非接地・非暴露環境下での試験）

2. 共同利用状況

平成 21 年度より DOL と LSF が統合され、それ以降採択課題数としては 10～20 件、利用者数としては 50～100 名で推移している。令和 6 年度は 12 件の採択となっている。

表 1 DOL/LSF 共同利用状況（過去 10 年間と本年度）

年度 (平成/ 令和)	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4	5	6
課題数*	18(3)	16(3)	16(2)	16(2)	18(4)	12(2)	14(1)	14(1)	12(1)	10(1)	12(1)
共同利用 者数**	73 学内 20 学外 53	63 学内 14 学外 49	74 学内 24 学外 50	76 学内 19 学外 57	96 学内 26 学外 70	58 学内 15 学外 43	73 学内 17 学外 56	71 学内 16 学外 55	58 学内 18 学外 40	56 学内 14 学外 42	67 学内 16 学外 51

* ()内数字は国際共同利用課題数 ** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

以下に、令和 6 年度の 12 件の採択研究課題を示す。うち新規提案課題が 5 件であった。

- ・環境と調和した木材保存法の開発（京都大学・大村 和香子）
- ・有機酸処理木材の生物劣化抵抗性（京都府立大学・伊藤 貴文）
- ・無機塩を促進剤とする熱処理木材の生物劣化抵抗性（京都府立大学・伊藤 貴文）
- ・保存処理および保存処理と塗装を併用した木質材料の耐久性評価（（地独）北海道道立総合研究機構・伊佐治 信一）
- ・シロアリ貫通阻止性能を備えたサーキュラーエコノミー対応型造粒材料の開発（京都大学・築瀬 佳之）
- ・銅系接合具の木材防腐防蟻効果の野外検証試験（富山県農林水産総合技術センター木材研究所・栗崎 宏）
- ・生物劣化を受けた木造接合部の強度性能評価（宮崎県木材利用技術センター・中谷 誠）
- ・ファンガスセラーに形成された微生物群集構造（高知工科大学・堀沢 栄）
- ・温泉成分によるシロアリ忌避効果の検証（大阪公立大学・石山 央樹）
- ・木表・木裏の向きの耐候性への影響（大阪公立大学・石山 央樹）
- ・CLT の生物劣化における特徴と保存処理の効果（広島大学・森 拓郎）

- ・蟻害を受けた中大規模木造建築用接合部の性能評価（熊本大学・井上 涼）

3. 専門委員会の構成及び開催状況（令和6年度）

- (1)国内委員：大村和香子(委員長、京大生存研)、伊藤雅之(京大生存研)、築瀬佳之(京大農学研究科)、板倉修司(近畿大学農学部)、神原広平(森林総合研究所)、木原久美子(熊本高等専門学校生物化学システム工学科)、岩本頼子(奈良県森林技術センター)、堀澤 栄(高知工科大学工学研究科)、伊佐治信一(北海道立総合研究機構 森林研究本部・林産試験場)
- (2)国際委員(アドバイザー)：Nami Kartal(イスタンブール大学)、Bramantyo Wikantyo(インドネシア科学庁)
- (3)専門委員会開催状況

令和7年3月4日（令和6年度第1回委員会 オンライン開催）

議題：令和7年度申請課題の審査他

申請課題の審査は、予め各委員に申請書類を配信し、委員会開催時に出席委員による評価を経て採択を行った。

4. 共同利用研究の成果

以下に、令和6年度に発表された卒業論文、修士論文、学術論文、報告書・資料・要旨集及び学会発表リスト、並びに特筆すべき事項を示す。

- (1) 修士論文、学術論文、報告書・資料・要旨集及び学会発表リスト

学術誌に掲載された論文

・ Cihat Tascioglu, Tsuyoshi Yoshimura, Wakako Ohmura (2024) Durability ratings of post-treated wood-based composites after 14 years of field exposure, *BioResources* 19(2) 3180-3190.

修士論文

・ 高橋空吾 (2025) 海洋環境における木材及び各種化学処理木材の海虫劣化に関する研究, 京都大学修士論文

学会・シンポジウム発表

・ 山形海斗, 森拓郎, 宮内輝久, 大橋義徳, 伊佐治信一, 大村和香子 (2024) CLT の生物劣化における特徴と薬剤処理の効果, (公社) 日本木材保存協会第40回年次大会論文集, 0-2

・ 馬場庸介, 前西馨, 山崎誠司, 大村和香子(2024) ヒラタキクイムシの産卵行動の解明 -産卵試験によるデンプン検知器官の検討-, 第36回日本環境動物昆虫学会年次大会要旨集, 45

・ Haruko Sakai, Wakako Ohmura, Tomoya Imai (2025) Response of wood decay fungi to copper observed by microscope, ISWST2025 BP-P-06.

・ Yosuke Baba, Kaori Maenishi, Seiji Yamasaki, Wakako Ohmura (2025) How Powder Post Beetle, *Lyctus brunneus* Detect Starch: Insights into Oviposition Site Selection, ISWST2025 8BP-OP-07.

- (2) 特筆すべき事項

DOL/LSF で行われた研究成果を広く社会に公開するため、研究成果発表会を第544回生存圏シンポジウムとして令和7年3月3日にオンラインにて実施し、併せて要旨集(PDF版)を発行した。

生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会

委員長 今井 友也（京都大学生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

「生存圏データベース」は、生存圏研究所が蓄積してきたデータの集大成で、材鑑調査室が収集する木質標本データと生存圏に関するさまざまな電子データとがある。材鑑調査室では1944年以来収集されてきた木材標本や光学プレパラートを収蔵・公開している。また、大気圏から宇宙圏、さらには森林圏や人間生活圏にかかわるデータを電子化し、インターネット上で公開している。これら生存圏に関する多種多様な情報を統括し、共同利用・共同研究拠点活動の一形態であるデータベース共同利用として管理・運営を行なっている。

1-1. 材鑑調査室

材鑑調査室は、1978年に国際木材標本室総覧に機関略号 KYOw として正式登録されたことを契機に1980年に設立され、材鑑やさく葉標本の収集をはじめ、内外の大学、研究所、諸機関との材鑑交換を行なっている。現有材鑑数は約20000個(223科、1166属、4260種)、永久プレパラート数は12894枚に上り、わが国では森林総合研究所に次ぐ第2の規模である。生存圏研究所に特徴的なものとして、古材コレクション(617点)がある。これらは指定文化財建造物の修理工事において生じる取替え古材を文化財所有者や修理事務所の協力に基づき系統的に収集したものである。実験試料として破壊試験を行なうことができる我が国唯一のコレクションであり、木の文化と科学に寄与する様々な研究テーマに供されている。また従来から引き続き、木材の組織構造観察にもとづく樹種同定を通して、昨今耐震改修の進む歴史的な建造物の部材や、木彫像を初めとする木製品の樹種のデータベース化を進めている。昨今、コンピュータビジョンと機械学習による木材形態の新しい数量的、統計的な解析に向けた画像データベースの作成を試みるなどし、蓄積した画像は110種、9000枚を超え、一部京都大学学術リポジトリより公開している。2008年の改修により、管理室と見学スペースを分離すると同時に、生存圏データベース共同利用の拠点設備として生存圏バーチャルフィールドを開設した。現在は、法隆寺五重塔心柱をはじめ数多くの文化財級の部材や工芸品を展示し、年間多くの見学者に随時公開している（ただし、コロナ禍は除く）。また、2019年以降、高山寺や比叡山より数百年生のスギの円盤が数点寄贈され、年輪解析用試料として研究におおいに活用された他、近年は、材鑑所有古材を用いて、DNAによる樹種識別手法の開拓など基礎研究も進められている。

1-2. 電子データベース

生存圏データベースの一環として、研究成果にもとづいて種々の電子情報を蓄積してきた。2015年に見直しをおこない現在以下7種類のデータベースを公開している。宇宙圏電

磁環境データ：1992年に打ち上げられ地球周辺の宇宙空間を観測し続けている GEOTAIL 衛星から得られた宇宙圏電磁環境に関するプラズマ波動スペクトル強度の時間変化データ。
レーダー大気観測データ：過去30年以上にわたってアジア域最大の大気観測レーダーとして稼働してきた MU レーダーをはじめとする各種大気観測装置で得られた地表から超高層大気にかけての観測データ。
赤道大気観測データ：インドネシアに設置されている赤道大気レーダーで取得された対流圏及び下部成層圏における大気観測データと電離圏におけるイレギュラリティ観測データを含む関連の観測データ。
グローバル大気観測データ：全球気象データ(気象庁作成の格子点データやヨーロッパ中期気象予報センターの再解析データ)を自己記述的でポータビリティの高いフォーマットで公開。
木材多様性データベース：材鑑調査室が所蔵する木材標本ならびに光学プレパラートの文字情報、識別プレパラート画像と識別結果、また文献データベースでは日本産広葉樹の木材組織の画像と解剖学的記述を公開。2021年のサーバー交換に伴い動かなくなっていたが、2024年3月に日本語サイトに加えて英語サイトも含めて再公開を行った。

有用植物遺伝子データベース：二次代謝成分やバイオマスが利用される有用植物の Expressed sequence tags (EST)配列を集積しており、既知の遺伝子配列と相同性を有する EST 配列を検索(相同性検索)することが可能。
担子菌類遺伝子資源データ：第二次世界大戦以前より収集されてきた希少な標本試料の書誌情報や生体試料の遺伝子情報を収集。



電子データベースは、<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/>から公開されている。

これら以外に所内外の研究者から以下のデータベースの提供を受けて公開している。
南極点基地オーロラ観測データ：南極点基地で撮像したオーロラ全天画像のデータベース。
静止衛星雲頂高度プロダクト：静止気象衛星の赤外輝度温度観測から推定した、雲頂高度および光学的厚さに関するデータベース。
アカシア大規模造林地気象データベース：2005年よりインドネシア南スマトラ島のアカシア大規模造林地で収集されている地上気象観測データ。

2. 共同利用研究の成果

① 全国各地における木材標本や年輪標本の採集を継続的に推進している。

② 材鑑およびデータベース利用による成果例：

論文・報告等

- 1) 田鶴寿弥子、木彫像における樹種および年代調査報告 一大谷寺蔵王権現および日吉神社女神像について－越前町織田文化歴史館研究紀要 第10集 2025年3月
- 2) 濱田恒志, 田鶴寿弥子, 杉山淳司, 島根県内に所在する木彫仏像・神像の樹種調査 (2) 一附・放射性炭素による年代測定結果一、古代文化研究 2025年3月

学会発表

- 3) CM Popescu, M Matsuo-Ueda, T Imai, Micro-FTIR assessment in depth from surface to inside of naturally aged wood, WSE2024: The 20th Annual Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering, 2024/10/22-24, Edinburgh, Scotland
- 4) 黒木, 山口, 松尾, 仲村, 大山, 古材の表面から内部への劣化遷移 その1: 力学的特性, 第75回日本木材学会大会, 2025/3/19-21, 仙台
- 5) 山口, 黒木, 松尾, 仲村, 大山古材の表面から内部への劣化遷移 その2: 色変化の解析, 第75回日本木材学会大会, 2025/3/19-21, 仙台
- 6) M Bourchanin, EN Soubgui, M Matsuo-Ueda, N Sauvat, RM Pitti, J Gril, Effect of natural ageing on the physico-mechanical properties of oak wood from Notre Dame de Paris cathedral, The 13th Journées Scientifiques of the GDR Sciences du Bois, 2024/11/20-22. Nantes, France
- 7) H. Chen, D. Aoki, T. Ma, A. Watanabe, T. Imai, K. Fukushima, Verification of Wood Species and Regional Differentiation in Japan Using Chemical Profiles of Extracts, Stable Isotope Analysis, and Elemental Analysis Coupled with Chemometrics, ISWST2025

招待講演等

- 8) 田鶴寿弥子、文化財の樹種調査結果からみつめる人と木の歩み、保存科学研究集会 2024・日本木材学会木質文化財研究会 2024年度例会 「木質文化財の保存修復に関する新たな視点・最近の取組」 2024年12月14日 招待有り
- 9) 田鶴寿弥子、ひとかけらの木片がおしえてくれること、日本林業同友会会合 2024年12月2日 招待有り
- 10) 田鶴寿弥子、人と木の歩んできた道、令和6年度文化財保存修復を目指す人のための実践コース 自然と文化財一循環型の保護継承を目指して－オンラインコース 招待有り
- 11) 田鶴寿弥子、茶室の樹種から紐解く人と木のあわい、表千家群馬県青年部 令和6年度総会・講演会 2024年6月30日 招待有り

3. 共同利用状況

2018年度から2024年度にかけての共同利用状況については、次の通りである。

年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
材鑑調査室 採択課題数*	10(1)	13(1)	9(1)	11(1)	9(1)	9(1)	8(1)
材鑑調査室 共同利用者数 **	36 学内 16 学外 20	49 学内 23 学外 26	41 学内 17 学外 24	32 学内 21 学外 11	33 学内 22 学外 11	28 学内 18 学外 10	29 学内 14 学外 15
電子データ ベースへの アクセス	204,862,046 384,768Gb	319,905,539 456,782GB	393,973,816 406,152GB	集計不可能 ***	488,129,934 370.132 GB	253,026,028 247,758 GB	139,314,190 387,312 GB

*()内数字は国際共同利用, **共同利用者数は各課題の研究代表者と研究協力者の延べ人数,

***サーバーマシンの更新に伴い電子データベースへのアクセス数を数えるプログラムが2021年4月1日から2022年2月23日まで作動していなかったため。

4. 専門委員会の構成及び開催状況（2024年度）

専門委員会は、所外委員9名[栗本(秋田県立大・木材高度加工研究所)、中島(NIES)、中村(極地研)、藤井(森林総研)、佐野(北大・農)、海老沢(宇宙研)、斎藤(東大・農)、渡邊(京大・理)、杉山(京大・農)]と所内委員4名[橋口、小嶋、今井、田鶴]、および海外委員1名[翟勝丞(南京林業大、中国)]である。2024年度の委員会は2025年2月28日に開催され、2024年度の活動報告、2025年度生存圏データベース(材鑑調査室)共同利用申請課題選考などの論議をおこなった。

5. 特記事項

- ① 欧米などの美術館・博物館などに所蔵されている東アジア由来の文化財の樹種調査・放射性炭素年代調査を継続している。
- ② 国立博物館美術院や修理所への文化財調査協力に加え、島根県立古代出雲歴史博物館、一部の都道府県文化課などとの文化財調査協力、あるいは重要文化財をはじめとした複数の建造物修復工事における文化財調査についても継続している。
- ③ ブラジル・サンパウロ大学のGregório CECCANTINI教授の訪問を受け、材鑑調査室の国際的ネットワークングについて意見交換を行った。
- ④ インドネシアBRINの材鑑調査室とMOAを締結し、標本交換に関する取り決めを行った。

持続可能生存圏開拓診断(DASH)/ 森林バイオマス評価分析システム(FBAS)

共同利用・共同研究専門委員会

委員長 杉山 暁史 (京都大学生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

人類が持続的生存を維持するためには、太陽エネルギーによる再生可能な植物資源によって、食糧生産、資源確保、エネルギー供給を支えるシステムを構築することが、世界的な緊急課題となっている。また地球環境の保全のためには、植物を中心として、それを取り巻く大気、土壌、昆虫、微生物など様々な要素の相互作用、すなわち生態系のネットワークを正しく理解することも必要である。これらは当研究所のミッション1、4、5に密接にかかわっている。そして、環境修復、持続的森林バイオマス生産、バイオエネルギー生産、高強度・高耐久性木質生産、植物由来有用物質生産、大気圏森林圏相互作用の解明などを最終目標として、種々の有用遺伝子機能の検証と並び、樹木を含む様々な形質転換植物が作成されている。

こうした研究を支援するため、平成19年度の京都大学概算要求(特別支援事業・教育研究等設備)において、生存圏研究所は生態学研究センターと共同で「DASH システム」を申請し、これが認められて生存圏研究所に設置された。本システムは、樹木を含む様々な植物の成長制御、共生微生物と植物の相互作用、ストレス耐性など植物の生理機能の解析を行なうとともに、植物の分子育種を通じ、有用生物資源の開発を行なうものである。一方、平成18年度より全国共同利用として運用してきたFBASは、前者の分析装置サブシステムと内容的に重複するところが多いことから平成20年度よりDASHシステムと協調的に統合し、一つの全国・国際共同利用として運用することとした。後者は複雑な木質バイオマス、特にリグニンおよび関連化合物を中心として、細胞レベルから分子レベルにいたるまで正確に評価分析する、分析手法の提供をベースとした共同利用研究である。

本システムを構成する主要な機器と分析手法は以下の通りである。

主要機器

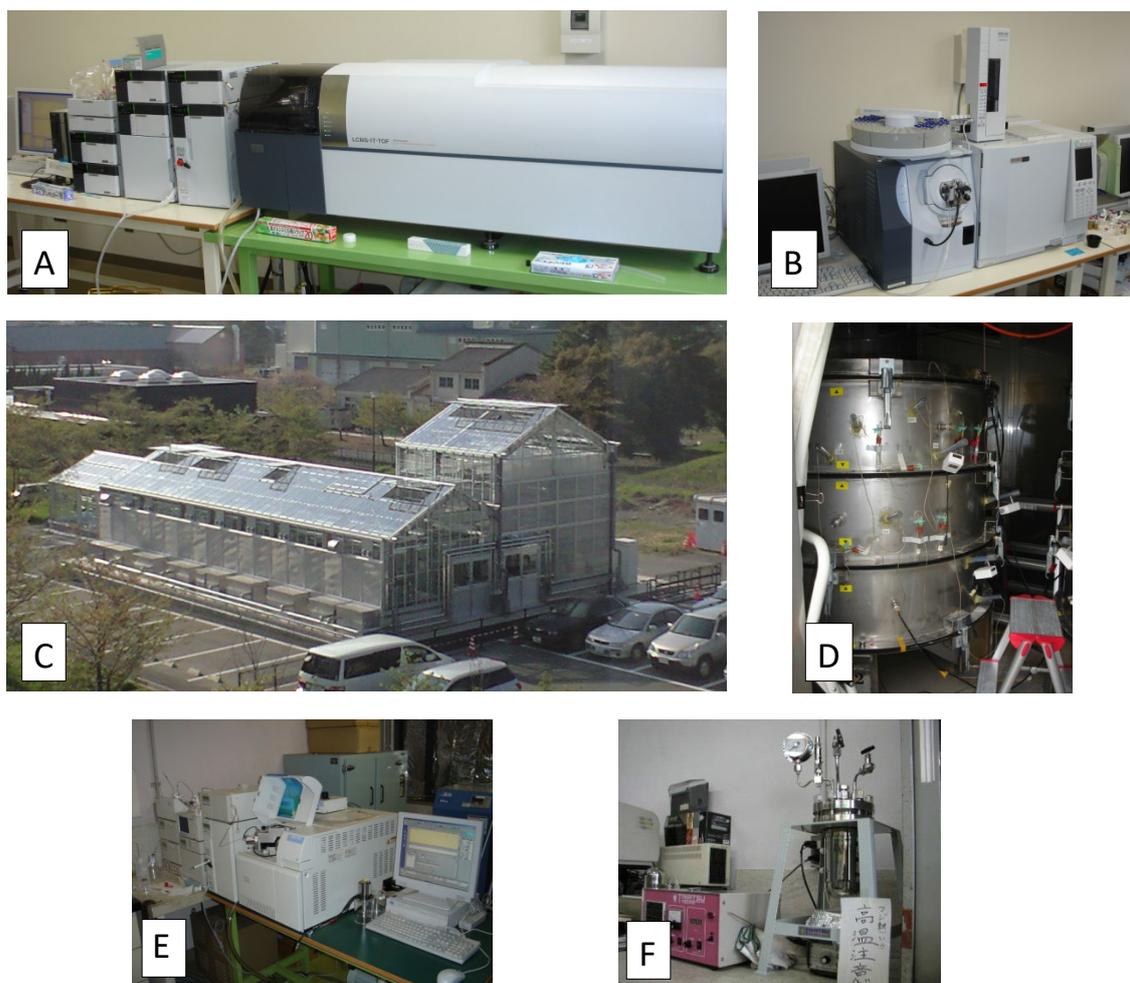
・DASH 分析装置サブシステム

1) 代謝産物分析装置	LCMS-IT-TOF	1台 [図 A]
2) 植物揮発性成分分析装置	GC-MS	2台 [図 B]
3) 土壌成分分析装置	ライシメータ	2台 [図 D]

・DASH 植物育成サブシステム

組換え植物育成用 (8温室+1培養室+1準備処理作業室) [図 C]

大型の組換え樹木にも対応 (温室の最大高さ 6.9m)



図：DASH/FBAS 構成機器（抜粋）

・FBAS として共同利用に供する設備

四重極型ガスクロマトグラフ質量分析装置

高分解能二重収束ガスクロマトグラフ質量分析装置 [図 E]

四重極型液体クロマトグラフ質量分析装置 [図 F]

ニトロベンゼン酸化反応装置

・その他の装置

核磁気共鳴吸収分光装置

透過型電子顕微鏡

主な分析手法

チオアシドリシス、ニトロベンゼン酸化分解（リグニン化学構造分析）

クラークソンリグニン法、アセチルブロマイド法（リグニン定量分析）

2. 共同利用状況

平成 18 年度から令和 6 年度に渡って共同利用状況については以下の通りである。本全国共同利用設備は、平成 18 年度に FBAS として共同利用を開始した。その後平成 19 年度の京都大学概算要求にて DASH の設置が認められた。内容的に両者で重複する部分が多かったため、平成 20 年度からは両者を融合して DASH/FBAS として全国共同利用の運用をしている。

傾向として、利用面積が問題となる植物育成サブシステムに関しては、長時間を必要とする植物の育成が主な機能であることから、利用件数の大きな変動はない。採択件数が減少傾向に見えるのは、随時受付を行っている DASH 分析装置サブシステムの利用者数の変動が原因となっているためで、温室部分の利用者に大きな変動は無い。

表 DASH/FBAS 共同利用状況

年度	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
採択 課題数	8	8	15	22	17	15	16	13	16	16
共同利 用者数 *	25	45	97	129	学内 47 学外 48	学内 54 学外 26	学内 50 学外 32	学内 44 学外 26	学内 54 学外 30	学内 60 学外 22

年度	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6
採択 課題数	18	17	13	13	14	12	9	10	11
共同利 用者数 *	学内 76 学外 18	学内 62 学外 18	学内 50 学外 9	学内 56 学外 13	学内 44 学外 10	学内 52 学外 5	学内 60 学外 5	学内 56 学外 17	学内 54 学外 21

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

3. 専門委員会の構成及び開催状況（令和 6 年度）（9 名）

令和 7 年 2 月現在の専門委員会を構成する委員名・所属先は以下の通りである。
 杉山暁史（生存圏研究所・委員長）、河合真吾（静岡大学）、谷川東子（名古屋大学）、有村源一郎（東京理科大学）、今井友也（生存圏研究所）、高橋征司（東北大学）、肥塚崇男（山口大学）、木庭啓介（京都大学）、飛松裕基（生存圏研究所）

令和6年度の専門委員会は、共同利用申請課題の審査、採択に関して、メール会議にて開催した。主な開催日は以下の通りである。

令和7年2月17日 令和7年度申請研究課題の審査依頼

令和7年3月7日 令和7年度申請研究課題の審査結果について（承認依頼）

令和7年3月14日 令和7年度申請研究課題の審査結果について

4. 特記事項

今年度から新たに共同利用に供したトリプル四重極型 GC/MS と遺伝子組換え植物細胞培養用の大型シェーカーの利用を含め、温室、装置を用いた共同利用を活発に推進し、学術論文として発表された研究に加え、大学院生の修士論文、博士論文の研究にも広く活用された。その中で、特に学生の受賞が多いことが特記事項として挙げられる。

一方で、LCMS-IT-TOF の高圧電源の故障や、温室のバッテリーの劣化による交換、エアコンの故障等、経年劣化による故障が頻発しており、運営は厳しい状況であった。修理等を次年度以降に持ち越している部分もある。

令和6年度共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文
共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文

<博士論文>

韓 俊文 京都大学大学院農学研究科

「植物の芳香族基質プレニル化酵素の触媒機構に関する酵素学的研究」

高松 恭子 京都大学大学院農学研究科

「トマト特化代謝産物を介した植物微生物相互作用に関する研究」

Supatmi 京都大学大学院農学研究科

「イネにおけるフェニルアラニン及びチロシンから生じる並行リグニン生合成経路の役割に関する研究」

山本千莉 京都大学大学院農学研究科

「細胞壁架橋構造を改変した形質転換イネの作出とバイオマス特性評価」

Pingping Ji 京都大学大学院農学研究科

「イネ科植物におけるリグニンの芳香核組成を制御するための代謝工学的アプローチに関する研究」

<修士論文>

小板青空 京都大学大学院農学研究科

「ブナ科植物におけるイソプレン放出能の種間多様性の分子機構」

市川公康 京都大学大学院農学研究科

「グレープフルーツの器官別 RNA-seq によるクマリン関連遺伝子の探索と機能解析」

後藤桃佳 京都大学大学院農学研究科

「イチゴのテルペン系香気成分分泌における VAP の役割」

近藤菜友 京都大学大学院農学研究科

「ムラサキにおけるフルサイズ ABCG トランスポータの機能解析」

佐藤友昭 京都大学大学院農学研究科

「イソフラボン分子種多様性が菌叢形成およびダイズ根圏細菌の代謝に与える影響」

松村広志郎 京都大学大学院農学研究科

「ダイズ flavonoid 3'-hydroxylase が根圏細菌叢の形成に与える影響」

窪井健斗 京都大学大学院農学研究科

「イネの細胞壁形成に寄与するラッカーゼパラログの同定と機能解析」

西田 翔太 京都大学大学院農学研究科

「白色腐朽菌が分泌する細胞外小胞の膜構成成分及び機能の解析」

<論文>

- 1) Han J., Munakata R., Takahashi H., Koeduka T., Kubota M., Moriyoshi E., Hehn A., Sugiyama A., Yazaki K.
Catalytic mechanism underlying the regiospecificity of coumarin-substrate transmembrane prenyltransferases in Apiaceae.
Plant Cell Physiol., in press, DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcae134>
- 2) Aoki N., Shimasaki T., Yazaki W., Sato T., Nakayasu M., Ando A., Kishino S., Ogawa J., Masuda S., Shibata A., Shirasu K., Yazaki K., Sugiyama A. (2024) An isoflavone catabolism gene cluster underlying interkingdom interactions in the soybean rhizosphere. ISME Communications 4 10.1093/ismeco/ycae052
- 3) Hata T., Honma S., Kajimoto T., Oshida K., Tobimatsu Y., Tagawa M., Kojima H., Subyakto.
Microstructural changes in carbonized wood-lignin, a potential space material, in response to atomic oxygen irradiation.
Biomass Conversion and Biorefinery, <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04957-5> (2024) (<https://doi.org/10.1007/s13399-023-04957-5>)
- 4) Yamada T., Tobimatsu Y., Nge T.T., Matsumoto Y., Yamada T.

- Acid-catalyzed solvolysis of softwood in caprylyl glycol to produce lignin derivatives. *ACS Omega*, 9, 27610–27617 (2024)
(<https://doi.org/10.1021/acsomega.4c03278>)
- 5) Ismayati M., Solihat N,N., Setiawati F,M., Syafii W., Tobimatsu Y., Zulfiana D. Tannins from Acacia mangium bark as natural dyes for textiles: characteristics and applications. *Journal of Renewable Materials*, 12, 1625–1637 (2024) (<https://doi.org/10.32604/jrm.2024.054739>)
- 6) Ishida K., Yamamoto S., Makino T., Tobimatsu Y. Expression of laccase and ascorbate oxidase affects lignin composition in *Arabidopsis thaliana* stems. *Journal of Plant Research*, 137, 1177–1187 (2024) (<https://doi.org/10.1007/s10265-024-01585-6>)
- 7) Rivai R,R., Yamazaki K., Kobayashi M., Tobimatsu Y., Tokunaga T., Fujiwara T., Umezawa T. Altered Lignin Accumulation in Sorghum Mutated in Silicon Uptake Transporter *SbLsi1*. *Plant and Cell Physiology*, 65, 1983–1992 (2024) (<https://doi.org/10.1093/pcp/pcae114>)
- 8) Yamamoto S., Afifi O,A., Lam L,P,Y., Takeda-Kimura Y., Osakabe Y., Osakabe K., Bartley L,E., Umezawa T., Tobimatsu Y. Disruption of aldehyde dehydrogenase decreases cell wall-bound *p*-hydroxycinnamates and improves cell wall digestibility in rice. *The Plant Journal*, 120, 2828–2845 (2024) (<https://doi.org/10.1111/tpj.17148>)
- 9) Maeda N., Aoki D., Fujiyasu S., Matsushita Y., Yoshida M., Hiraide H., Mitsuda H., Tobimatsu Y., Fukushima K. The distribution of monolignol glucosides coincides with lignification during the formation of compression wood in *Pinus thunbergii*. *The Plant Journal*, in press (<https://doi.org/10.1111/tpj.17209>)

<受賞>

International Symposium on plant phenology and climate feedbacks mediated by BVOCs (PCF2024) Best Poster Award 小坂青空
2024年10月30日

日本薬学会第144年会 学生優秀発表賞 新屋和花 2024年4月23日

日本土壌肥料学会 若手ポスター発表優秀賞 佐藤友昭
「ダイズ根圏土壌に分泌されるイソフラボンの分子種多様性が根圏微生物叢制御に与える影響」 2024年10月4日

2024 年度リグニン学会賞 梅澤俊明

「リグニン及び関連化合物の生合成と生分解」2024 年 9 月 8 日

2024 年度日本木材学会優秀学生賞 山本千莉

「イネ科植物における細胞壁架橋構造の生合成機構の解明と代謝工学」

2025 年 3 月 20 日

2nd International Lignin Symposium Best Student Poster Award 山本千莉

「Lignocellulose molecular assembly and deconstruction properties of engineered rice with altered lignin and ferulate structures」

2024 年 9 月 10 日

植物細胞壁研究者ネットワーク・第 18 回定例研究会 優秀発表賞 窪井 健斗

「イネの細胞壁形成に寄与するラッカーゼパラログの機能解析」

2024 年 10 月 29 日

日本農芸化学会関西支部例会・第 529 回講演会 優秀発表賞 窪井 健斗

「イネの細胞壁形成に関わるリグニンモノマー重合酵素の同定：ラッカーゼ欠損変異イネの作出と性状解析」2024 年 2 月 10 日

先進素材開発解析システム (ADAM)

共同利用・共同研究専門委員会

委員長 三谷 友彦 (京都大学生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

京都大学生存圏研究所先進素材開発解析システム(Analysis and Development System for Advanced Materials, 以下 ADAM と略) は、「高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム」、「超高分解能有機分析サブシステム」、「高分解能多元構造解析システム」から構成される実験装置であり、平成 23 年度後期から共同利用設備としての運用を開始した。本設備は、世界唯一の多周波マイクロ波加熱装置、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS)、無機用および有機用電子顕微鏡などからなる複合研究装置であり、マイクロ波加熱を用いた新材料創生、木質関連新材料の分析、その他先進素材の開発と解析などに用いられる。本装置は研究所のフラグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」推進のための中核研究装置としても使われる。

高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

- マイクロ波信号発生器
- 14GHz 帯、650W 進行波管増幅器
- 2.45GHz 帯 1kW、マグネトロン発振器
- 5.8GHz 帯 600W、マグネトロン発振器
- 800MHz~2.7GHz 帯 250W GaN 半導体増幅器
- アプリケーション
- スペクトラムアナライザ、他



高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

超高分解能有機分析サブシステム

1. フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS) (ブルカー・ダルトニクス製)



FT-ICR-MS

高分解能多元構造解析システム

1. 無機用電界放出形電子顕微鏡 (200kV FE-TEM) (日本電子製)
2. 有機用透過電子顕微鏡 (120kV TEM) (日本電子製)
3. 比表面積/細孔分布測定装置 アサップ 2020 (島津・マイクロメトリックス製)



無機用電界放出形
電子顕微鏡



有機用透過
電子顕微鏡

第14回 先進素材開発解析システム(ADAM) シンポジウムの開催

令和6年12月9日に第14回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウムを開催した。今回は現地開催（木質ホール大会議室）とオンライン（Zoom）のハイブリッド開催とした。

第14回 先進素材開発解析システム(ADAM) シンポジウムの講演者とタイトル

- 椿 俊太郎 「マイクロ波による炭素資源の触媒変換とその学理」
 Qu Chen 「Characterization of woody biomass components and its catalytic conversion for valuable chemicals」
 本間 千晶 「木質バイオマスの熱分解による液化物と Char の同時生産の試み -Char の化学的性質と機能-」
 伊藤 雅之 「炭素の貯蔵庫と言われる熱帯泥炭地における炭素動態研究と FT-ICRMS の活用可能性」

2. 共同利用状況

ADAM 過去 11 年間で本年度の利用状況の推移

年度(平成)	25	26	27	28	29	30
採択課題数	20	20	21	23	27	25
共同利用者数*	101 学内 57 学外 44	102 学内 56 学外 46	113 学内 58 学外 55	117 学内 69 学外 48	126 学内 65 学外 61	111 学内 59 学外 52
年度(平成/令和)	H31/R1	2	3	4	5	6
採択課題数	27	26	24	22	18	18
共同利用者数*	135 学内 67 学外 68	112 学内 55 学外 57	100 学内 54 学外 46	92 学内 46 学外 46	124 学内 64 学外 60	82 学内 40 学外 42

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

3. 専門委員会の構成及び開催状況（令和6年度）

ADAM 共同利用・共同研究専門委員会は以下の委員から構成される。令和6年12月9日に第14回先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用・共同研究専門委員会を現地（木質ホール小会議室）およびオンライン（Zoom）のハイブリッド開催で実施した。

ADAM共同利用・共同研究専門委員会委員：

- 三谷友彦（京大生存圏研究所、准教授・委員長）
 福島和彦（名古屋大学大学院生命農学研究科、教授）
 岸原充佳（岡山県立大学情報工学部、准教授）

樫村京一郎（中部大学工学部、准教授）
 椿俊太郎（九州大学大学院農学研究院、准教授）
 吉澤徳子（産業技術総合研究所、総括研究主幹）
 岸本崇生（京大大学生存圏研究所、教授）
 篠原真毅（京大大学生存圏研究所、教授）
 今井友也（京大大学生存圏研究所、教授）
 畑 俊充（京大大学生存圏研究所、講師）
 西村裕志（京大大学生存圏研究所、特定准教授）

4. 共同利用研究の成果

成果の例① <研究課題：アセトバクターWSS15株から単離した膜小胞の分析>

近年、様々な生物で細胞外分泌小胞の生理学的役割が注目を浴びているが、食品発酵に関わる微生物では、その膜小胞が人間の健康に及ぼす影響に興味が集まっている。この研究では、黒酢から単離した細菌の一つであるアセトバクターWSS15株の膜小胞の分析を行った。培養細胞実験の結果から、WSS15株由来の膜小胞が免疫応答に影響を及ぼすことが明らかとなった。（学術論文1）。

成果の例② <研究課題：振幅変調波を用いた高効率かつ省エネルギーなマイクロ波化学・材料プロセスの探求：Pd触媒反応とAgナノ粒子合成>

本研究では、半導体マイクロ波発生器からの10kHz振幅変調（AM）波が、超純水およびNaClを含む電解質水溶液の加熱に与える影響を調査した。また、活性炭に担持されたパラジウムナノ粒子（Pd/AC）の存在下で行われた鈴木-宮浦カップリング反応における4-メチルピフェニル（4-MBP）の収量に対するAM波の影響、および銀（Ag）ナノ粒子合成中の成長速度に対するAM波の影響を実験により調べた。AM波を適用すると、化学反応とナノ粒子の成長の両方で加熱効率が向上し、生成物の収量が向上した。また、AM条件下でマイクロ波を照射すると、AMなしでの同一の温度、目標収量および成長速度を達成しながら、マイクロ波出力を減らすことができた。これは、化学反応と材料合成における高効率かつ省エネルギーなマイクロ波プロセスの可能性を示す。（学術論文9）。

令和6年度共同利用研究活動の成果

[I] 学術雑誌論文

1. Atsushi Kurata, Kota Aimatsu, Yuki Kimura, Hinako Hashiguchi, Asami Maeda, Tomoya Imai, Shino Yamasaki-Yashiki, Kensaku Hamada, Yuki Fujimoto, Akira

- Fujii, and Koichi Uegaki. Characterization of the membrane vesicle fraction from *Acetobacter* sp. WSS15. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 138(6), 495-500 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2024.07.017>
2. Finér L, Ohashi M, Hirano Y, Repo T, Forest management and root systems in changing climatic conditions. *Journal of Forest Research* (2024). <https://doi.org/10.1080/13416979.2024.2385438>
 3. Saarela T, Zhu X, Jäntti H, Ohashi M, Ide J, Siljanen H, Pesonen A, Aaltonen H, Ojala A, Nishimura H, Kekäläinen T, Jänis J, Berninger F, Pumpanen J. The influence of dissolved organic matter composition on microbial degradation and carbon dioxide production in pristine subarctic rivers. *Boreal Environment Research*, 131-148. (2024)
 4. Ochi A, Mihara H, Effects of genetic disruption in thioredoxin and glutathione systems on selenium nanoparticle formation, selenite sensitivity, and selenoprotein biosynthesis in *Escherichia coli*. *Metallomics Res.* 4, reg14-reg20 (2024). <https://doi.org/10.11299/metallomicsresearch.MR202401>
 5. Singh A, Dey P, Mihara H, Prakash NT, Prakash R, Facile synthesis of selenium nanoparticles and stabilization using exopolysaccharide from endophytic fungus, and their bioactivity study. *Biomass Convers. Bior.* <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05870-1> (2024).
 6. Singh A, Jaiswal SK, Prakash R, Mihara H, Prakash NT, Selenium nanoparticles synthesized and stabilized by fungal extract exhibit enhanced bioactivity. *J. Clust. Sci.* 35, 1425-1437 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10876-024-02600-5>
 7. Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe. Matrix-Free Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry Imaging for Rapid Evaluation of Wood Biomass Conversion *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2024:e9716, (2024). <https://doi.org/10.1002/rcm.9716>
 8. Baku Takahara, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, Uniform Microwave Heating via Electromagnetic Coupling Using Zeroth-Order Resonators, *IEICE Transactions on Electronics*, E107-C, 10, 340 (2024). <https://doi.org/10.1587/transele.2024MMP0005>
 9. Satoshi Horikoshi, Tomohiko Mitani, and Nick Serpone, Exploring Efficient and Energy-Saving Microwave Chemical and Material Processes Using Amplitude-Modulated Waves: Pd-Catalyzed Reaction and Ag Nanoparticle Synthesis, *Molecules*, 30, 598 (2025). <https://doi.org/10.3390/molecules30030598>
 10. Zhang S, Lin P, Komatsubara F, Nakata E, Morii T. A Practical Approach for Polarity and Quantity Controlled Assembly of Membrane Protein into Nanoliposomes,

ChemBioChem, 26, E202401041 (2025). <https://doi.org/10.1002/cbic.202401041>

11. J. Ide, K. Hara, Y. Arata, I. Endo, M. Ohashi, H. Nishimura, T. Gomi, Molecular composition of stream dissolved organic matter in cool-temperate forest headwaters with landslides, northern Japan. *Hydrology*, 12, 63 (2025). <https://doi.org/10.3390/hydrology12030063>

[II] 修士論文・博士論文

1. 前田朝海「*Lactiplantibacillus plantarum* が放出する細胞外膜小胞の高生産方法の開発」近畿大学大学院農学研究科応用生命化学専攻修士論文 2025年3月授与
2. 藤原遼「疎水クロマトグラフィーで得た細胞外膜小胞の特性」近畿大学大学院農学研究科応用生命化学専攻修士論文 2025年3月授与
3. 朱世奇「Effect of Reaction Condition on the Structural Characteristics of Cellulose Synthesized by Cellodextrin Phosphorylase」京都大学大学院農学研究科森林科学専攻修士論文
4. 荒井りこ「マイクロ波照射法を利用したエステル・アミドの簡易合成検討とその反応促進効果に関する考察」関東学院大学大学院工学研究科物質生命科学専攻修士論文、2025年3月授与
5. 高橋朱音「4-フェニル酪酸誘導体の簡便な合成条件の検討及び構造解析」関東学院大学大学院工学研究科物質生命科学専攻修士論文、2025年3月授与
6. 西田 翔太「白色腐朽菌が分泌する細胞外小胞の膜構成成分及び機能の解析」京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻修士論文 2025年3月授与

[III] 著書

1. 大橋 瑞江「樹種 スダジイ」「気候変動と樹木の根」（日本根研究学会 著/編「根のきほん」）pp.132-133, pp.147-146 誠文堂新光社（2024）
2. 西村裕志（分担），リグニンの科学,リグニン学会編, 第1章5節 LCCの構造, 第4章4節 LCCの形成, 第10章4節リグニンの単離, リグニン学会編, 海青社（出版準備中）

[IV] 受賞

1. 2023年 B.B.B.論文賞 Atsushi Kurata, Shino Yamasaki-Yashiki, Tomoya Imai, Ayano Miyazaki, Keito Watanabe, Koichi Uegaki, Enhancement of IgA production by membrane vesicles derived from *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* https://www.jsbba.or.jp/about/awards/about_awards_bbb_journal.html
2. 村本龍希「クライオ電子顕微鏡による ETEC 由来 IV 型線毛の立体構造解析」第 21 回次世代を担う若手のためのフィジカル・ファーマフォーラム (PPF2024)、2024 年 8 月、

若手研究者奨励賞

3. 上出遥「セレン蓄積土壌由来 *Cellulomonas* sp. D3a における元素状セレンナノ粒子形成」第 41 回日本微量栄養素学会学術集会 2024 年 6 月 22 日, ベストポスター賞
4. 上出遥「セレン蓄積土壌から単離された新奇亜セレン酸還元細菌による球形元素状セレンの細胞内形成」メタルバイオサイエンス研究会 2024 2024 年 10 月 17 日, 実行委員長賞
5. Haruka Kamide 「Intracellular formation of submicrometer-sized spherical elemental selenium by a novel selenite-reducing bacterium isolated from seleniferous soil」18th International Conference on Trace Elements in Man and Animals (TEMA-18) November 9, 2024, International Travel Awards

[V] テレビ、新聞、解説記事等

1. 西村裕志, リグニンで作る循環型の未来社会, MBS ラジオ (AM1179 kHz、FM90.6 MHz) , 日本一明るい! 電波経済新聞, 2024 年 4 月 21 日
2. 西村裕志, リグニン研究のトップランナーは安心の社会を目指す, MBS ラジオ (AM1179 kHz、FM90.6 MHz) , 日本一明るい! 電波経済新聞, 2024 年 4 月 27 日

[VI] 特許

なし

[VII] 学会発表

1. 木田森丸, 大平麻有里, 山口保彦, 岡崎友輔, 西村裕志「琵琶湖北湖の深水層における溶存有機物と微生物の共変動解析」『日本腐植物質学会第 40 回講演会』OP-1, 京都工芸繊維大学 60 周年記念館記念ホール, 2024 年 11 月.
2. 住岡龍, 大平麻有里, 山口保彦, 岡崎友輔, 西村裕志, 木田森丸「異なるグルコース濃度の培養実験における微生物と代謝物の経時変化」『日本腐植物質学会第 40 回講演会』OP-1, 京都工芸繊維大学 60 周年記念館記念ホール, 2024 年 11 月.
3. 木田森丸, 大平麻有里, 山口保彦, 岡崎友輔, 西村裕志「琵琶湖北湖における溶存有機物と微生物の共変動」『日本陸水会第 88 回熊本大会』O-A18, 熊本大学, 2024 年 10 月.
4. 住岡龍, 大塚俊之, Pongpan Sasitorn, 西村裕志, 木田森丸「タイ王国 Bang Pu のマングローブ植林クロノシーケンスにおける孔隙水溶存有機物の濃度・組成の解明」『日本陸水会第 88 回熊本大会』O-A07, 熊本大学, 2024 年 10 月.
5. 前田朝海、中林遥希、町村瑞季、岡野憲司、川本 純、河野健一、上垣浩一、倉田淳志「*Lactiplantibacillus plantarum* を用いた細胞外膜小胞の高生産方法の開発」日本乳酸菌学会 2024 年度大会 2024 年 7 月 17 日

6. 前田朝海、町村瑞季、河野健一、上垣浩一、倉田淳志「*Lactiplantibacillus plantarum*が生産する細胞外膜小胞の高生産方法の開発」第97回日本生化学会大会 2024年11月7日
7. Minamisawa T, Tanaka A, Korpela A, Hata T, Sawada Y, Yanase Y, Murata K. Laser-induced shou-sugi-ban process. Proceedings of ISWST 2025, Sendai, March 17-19, 2025 (Planned).
8. 大橋 瑞江、遠藤 いず貴、西村 裕志、井手 淳一郎「フィンランド泥炭地における樹木根からの滲出物特性」日本生態学会第71回全国大会 神奈川県横浜市 2024年3月
9. 畑 俊充、本間 千晶、窒素ドープ木質炭素の製造条件と細孔構造の評価、第75回日本木材学会大会（仙台大会）、2025年3月
10. 村本龍希、沖大也、飯森南斗、今井友也、松田重輝、飯田哲也、吉田卓也、上田卓見、中村昇太、河原一樹「クライオ電子顕微鏡による ETEC 由来 IV 型線毛の立体構造解析」第21回次世代を担う若手のためのフィジカル・ファーマフォーラム (PPF2024)、2024年8月
11. 村本龍希、沖大也、飯森南斗、今井友也、松田重輝、飯田哲也、吉田卓也、上田卓見、中村昇太、河原一樹「クライオ電子顕微鏡による腸管毒素原性大腸菌由来 IV 型線毛の立体構造解析—繊維状タンパク質の高分解能構造解析—」第74回日本薬学会関西支部総会・大会、2024年10月
12. 河原一樹、沖大也、飯森南斗、大嶋恵子、今井友也、吉田卓也、大久保忠恭、松田重輝、飯田哲也、中村昇太「腸管系病原菌の IV 型線毛システムを介したタンパク質分泌の構造基盤」第97回日本生化学会大会、2024年11月
13. 河原一樹、沖大也、村本龍希、飯森南斗、今井友也、松田重輝、飯田哲也、吉田卓也、上田卓見、中村昇太「クライオ電子顕微鏡による腸管毒素原性大腸菌由来 IV 型線毛の立体構造解析」日本薬学会第145回年会、2025年3月
14. Shiqi Zhu, Paavo Penttilä, Tomoya Imai, Structural growth of the octyl-cellulose synthesized by cellodextrin phosphorylase. セルロース学会第31回年次大会, 2024年07月
15. 今井友也「バクテリアセルロース合成酵素 BcsAB の精製および試験管内機能再構成」セルロース学会第31回年次大会, 2024年07月
16. Shiqi Zhu, Paavo Penttilä, Tomoya Imai, Structural Evolution of CDP-synthesized cellulose with Octyl-Glucoside. ISWST2025, 2025年03月
17. H. Iida, M. Fukatsu, M. Kamata, K. Takahashi, and T. Matsumura「Microwave Irradiation Effects on Amide Bond Formation for the Synthesis of Pyrrole-Imidazole Polyamide」The 5th Global Congress on Microwave Energy Applications 2024 (5GCMEA2024), abstract p 203-204、九州大学、福岡、2024年7月.
18. 山内弥佳、福田さら、飯田博一、小谷功、松村竹子「マイクロ波照射下でのルテニウム

- 及びコバルトのビピリジル錯体迅速合成」日本化学会第 105 春季年会, 関西大学, 2025 年 3 月.
19. 福田さら, 山内弥佳, 荒井りこ, 飯田博一, 岸原充佳, 小谷功, 松村竹子「マイクロ波照射下でのルテニウム及びコバルトのビピリジル錯体迅速合成」日本化学会第 105 春季年会, 関西大学, 2025 年 3 月.
 20. 越智杏奈, 井上真男, 青野陸, 水上博貴, 植田響輝, 三原久明「*Bacillus subtilis* における round-body の形成メカニズムと亜セレン酸還元への影響」日本ビタミン学会第 76 回大会 2024 年 6 月 9 日
 21. 上出遥, 芝本佳永, 越智杏奈, 藤岡大毅, 井上真男, 青野陸, 今井友也, Prakash NT, 三原久明「セレン蓄積土壌由来 *Cellulomonas* sp. D3a における元素状セレンナノ粒子形成」第 41 回日本微量栄養素学会学術集会 2024 年 6 月 22 日
 22. 越智杏奈, 芝本佳永, 豊竹洋佑, 藤岡大毅, 滝沢優, 井上真男, 青野陸, 今井友也, 三原久明「大腸菌における細胞外元素状セレンナノ粒子形成機構」第 35 回日本微量元素学会学術集会 2024 年 9 月 20 日
 23. 上出遥, 越智杏奈, 植田響輝, 横山文秋, 藤岡大毅, 芝本佳永, 井上真男, 青野陸, 今井友也, Prakash NT, 三原久明「セレン蓄積土壌から単離された新奇亜セレン酸還元細菌による球形元素状セレンの細胞内形成」メタルバイオサイエンス研究会 2024 2024 年 10 月 17 日
 24. 越智杏奈, 青野陸, 井上真男, 三原久明「大腸菌における Thioredoxin および Glutathione system のセレンタンパク質合成およびセレンナノ粒子形成への関与」メタルバイオサイエンス研究会 2024 2024 年 10 月 17 日
 25. 越智杏奈, 上出遥, 芝本佳永, 藤岡大毅, 青野陸, 井上真男, 今井友也, Prakash NT,, 三原久明「セレン蓄積土壌由来 *Cellulomonas* sp. D3a による元素状セレン粒子形成機構」第 97 回日本生化学会大会 2024 年 11 月 8 日
 26. Makiko IMAI, Yuki NAKAMURA, Shogo SUZUKI, Katsuhiko ISOZAKI, Hiroyuki MATSUMURA, Masaharu NAKAMURA, "Cellulose that easily disintegrates into nanosheets and nanofibers", The International Symposium on Wood Science and Technology 2025 (ISWST2025), Sendai International Center 2025 年 3 月
 27. Shiqi Zhu, Tomoya Imai, Paavo Penttila, "Structural Evolution of CDP-synthesized cellulose with Octyl-Glucoside", The International Symposium on Wood Science and Technology 2025 (ISWST2025), Sendai International Center 2025 年 3 月
 28. Teruki Sugahara, Kazuki Sugimura, Arata Yoshinaga, Tomoya Imai, Hiroshi Kamitakahara, "Higher-Order Structure of C3-Symmetric Cello-Oligosaccharide Derivatives: Impact of Spacer Structures between Core and Cellulosic Side-Chains", The International Symposium on Wood Science and Technology 2025 (ISWST2025), Sendai International Center 2025 年 3 月

29. Hiroshi Nishimura, “Solution-state NMR of lignin and lignin-carbohydrate complexes”, Pre-Symposium. The 2nd ILS Pre-Symposium, 2024年9月7日、招待講演、パネリスト
30. 西村裕志, 木質バイオマスからつくるサステイナブル新素材, 高分子学会エコマテリアル研究会(京都工芸繊維大学), 2024年10月11日、招待講演
31. 西村 裕志, 「森林バイオマスから高付加価値サステイナブル新素材へ」, 社会実装フォーラム 京都市, 2024年11月26日、招待講演
32. 西村 裕志, リグニンの多様性と持続可能な新素材への展望, 第40回日本腐植物質学会講演会(京都工芸繊維大学), 2024年11月30日、招待講演
33. 西村 裕志, 「植物バイオマス新素材で創る持続可能な循環型社会」, GXリーグ(経済産業省), 2024年12月6日パネリスト招待講演
34. 西村 裕志, 植物がつくるリグニンの見えない力 新素材の可能性を探る, 令和6年度京大大学生存圏研究所 公開講座, 2024年12月13日
35. Hiroshi Nishimura, “Unlocking the Potential of Lignin, Next-Generation Green Polymers for a Carbon Neutral Future”, InnoVision from Top Universities of West Japan, 2025年1月21日(Singapore)、招待講演
36. 井手淳一郎, 原健太, 荒田 洋平, 遠藤いず貴, 西村 裕志, 大橋 瑞江, 五味 高志, 寒冷地森林流域の植生状態が河川の溶存有機物の構成分子種に及ぼす影響について. 水文・水資源学会 2024年度研究発表会, 東京, 2024年9月.
37. 中村晃康, 伊藤雅之, 井手淳一郎, 遠藤いず貴, Timo Kekäläinen, 西村裕志, 大橋瑞江, FT-ICRMSを用いた泥炭地におけるヨーロッパアカマツの根滲出物の分析. 日本生態学会第72回全国大会, 札幌, 2025年3月.
38. 井手淳一郎, 原健太, 荒田洋平, 遠藤いず貴, 西村裕志, 大橋瑞江, 五味高志, 崩壊地を含む北方冷温帯林における河川の溶存有機物の構成分子種について. 第136回日本森林学会大会, 東京, 2025年3月.

[VIII] その他

なし

バイオナノマテリアル製造評価システム (CAN-DO)

共同利用・共同研究専門委員会

委員長 伊福 伸介 (京都大学生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所では、2005年にスタートした大型プロジェクトの中で15年かけてセルロースナノファイバー材料の製造・加工・分析に特化した装置群を導入してきた。その80以上に及ぶ製造装置、分析機器をユニット化し、バイオナノマテリアル製造評価システム (Cellulosic Advanced Nanomaterials Development Organization: CAN-DO) として2021年より、生存圏研究所共同利用設備として提供している。ユニットは、CNF 製造ユニット、CNF 強化樹脂製造・加工ユニット、CNF 化学分析ユニット、CNF 構造解析ユニット、CNF 材料構造解析ユニット、CNF 強化樹脂特性評価ユニットとなっている (図1)。CAN-DO の中心には原料の木質バイオマスから始まり自動車・情報家電用材料等の製造までを一気通貫で行う京都プロセステストプラントがあり、各ユニットと組み合わせることで、製造工程ごとに材料の構造・特性を評価しながら新規バイオナノマテリアルの開発に取り組むことが出来る。

CAN-DO は J-HUB オープンイノベーション拠点「バイオナノマテリアル共同研究拠点」における共同利用施設として運営しており、その活動報告を生存圏シンポジウム「バイオナノマテリアルシンポジウム」並びに生存圏シンポジウム「ナノセルロースシンポジウム」において行っている。

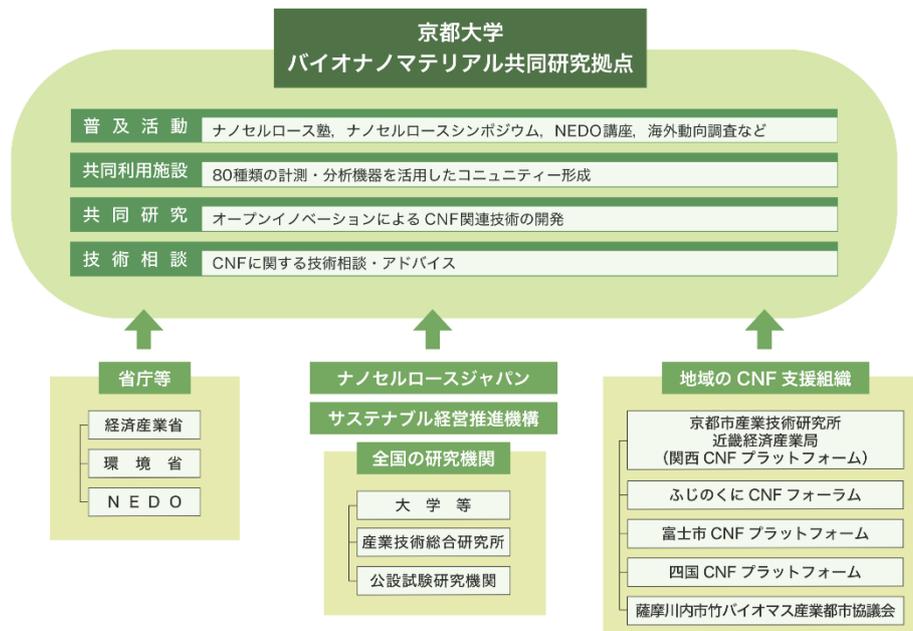


図1 J-HUB オープンイノベーション拠点「バイオナノマテリアル共同研究拠点」



①CAN-DO 成分分離装置(蒸解、他)



②CAN-DO 解繊装置

凍結乾燥機



凍結乾燥機



スプレードライヤ



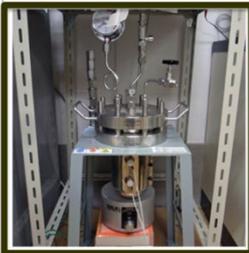
低温恒温槽



マイクロウェーブ
反応装置



高圧反応装置



恒温恒湿器



恒温恒湿室



③ CAN-DO サンプル調整装置

電界放出形走査型
電子顕微鏡(FE-SEM)



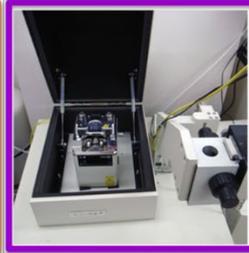
FE-SEM付属
EDXA



透過電子顕微鏡
(TEM)



走査型プローブ
顕微鏡



デジタルマイクロ
スコープ



偏光顕微鏡
(加熱ステージ付)



高分解能X線
マイクロCTスキャン



レーザー顕微鏡



④ CAN-DO 観察装置

2軸混練押出機・
ペレタイザー



小型2軸混練押出機



混練機
(ラボプラストミル)



三本ロール



大型攪拌機
(トリミックス)



射出成形機 (120t)



射出成形機 (7t)



トランスファー成型機



⑤ CAN-DO CNF/樹脂複合・成形装置

超臨界CO2
乾燥・発泡装置



遠心脱水機



遠心分離器



UV照射装置



スピンドーター



ホットプレス



卓上ホットプレス



自転・公転ミキサー

B型粘度計

超音波粉碎器

凍結粉碎器

超音波ホモジナイザー

赤外線水分計

溶媒再利用装置

⑥ CAN-DO 樹脂複合材料加工装置

フーリエ変換赤外
分光光度計(FT-IR)



高速液体
クロマトグラフ



ガスクロマトグラフ



熱分解GC-MS



イオンクロマトグラフ



フラッシュ
クロマトグラフ



絶対分子量測定装置
(SEC-MALLS)



元素分析装置

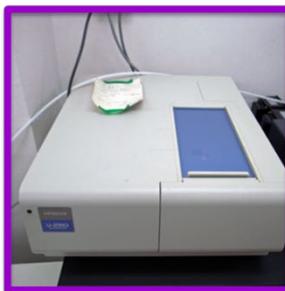


⑦ CAN-DO 化学分析機器(1)

分光光度計
(UV-Vis)



ダブルビーム
分光光度計(UV-Vis)



平均分子量測定装置
(粘度法)



レーザ回折/散乱式
粒子径分布測定装置



動的光散乱式粒度径分布・
ゼータ電位測定装置



自動比表面積・
細孔分布測定装置 (BET)

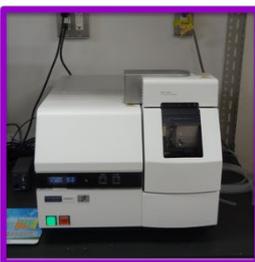


⑧ CAN-DO 化学分析機器(2) & 物性評価機器(1)

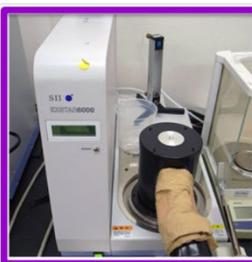
熱重量測定装置(TGA)



熱重量測定装置(TGA)



示差走査熱量計(DSC)



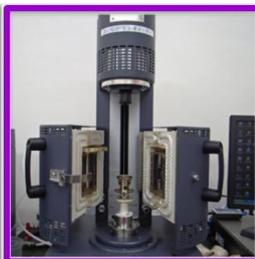
熱機械分析装置(TMA)



動的粘弾性測定装置 (DMA)



動的粘弾性測定装置 (レオメーター)



万能試験機 (インストロン)



小型万能試験機



⑨ CAN-DO 物性評価機器(2)

X線回折装置



高温水飽和吸着量測定装置



カールフィッシャー水分計



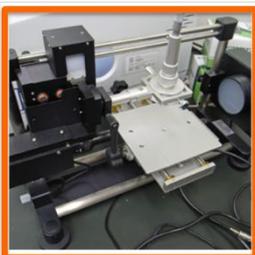
ウルトラマイクロトム



乾式自動密度計



接触角計



メルトインデクサー



シャルピー衝撃試験機



⑩ CAN-DO その他の機器

第4回 バイオナノマテリアルシンポジウム2024 - アカデミアからの発信 -の開催

令和6年12月2日にCAN-DO関連の活動を紹介するためのバイオナノマテリアルシンポジウム2024を開催した。対面とオンライン（Zoom）のハイブリッド開催とした。

317名の参加者があった。

1. 細胞壁中の水素結合をいじることは可能か？ ～エクспанシンのセルロースに対する影響をFTIRで見る～

今井 友也 (Tomoya IMAI)

京都大学 生存圏研究所

2. セルロースナノファイバーの結晶性と表面構造

大長 一帆 (Kazuho DAICHO)

東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構

3. 超精密3Dプリンタ及び足場材の開発

徐 淮中 (Huaizhong XU)

京都工芸繊維大学 バイオベースマテリアル学専攻

4. ナノファイバー化技術を用いた未利用資源の農業分野での利活用

上中 弘典 (Hironori KAMINAKA)

鳥取大学 農学部

5. 固定化セルロースナノファイバーの界面機能設計（オンライン）

横田 慎吾 (Shingo YOKOTA)

九州大学大学院 農学研究院

6. セルロースナノファイバーシートの燃焼特性（オンライン）

足立幸司 (Koji ADACHI)

秋田県立大学 木材高度加工研究所

7. セルロースナノファイバーのレオロジー特性

田仲 玲奈 (Reina TANAKA)

森林研究・整備機構 森林総合研究所

8. キチンナノファイバーの創傷治癒効果

伊福 伸介 (Shinsuke IFUKU)

京都大学 生存圏研究所

2. 共同利用状況

令和3年度から共同利用を開始し、本年度は13件の共同利用課題を採択した。

CAN-DO 共同利用状況(過去3年間と本年度の利用状況の推移)

年度 (令和)	R3	R4	R5	R6
採択 課題数	4	9	14	13
共同利 用者数 *	11 学内 4	25 学内 20 学外 5	28 学内 25 学外 3	47 学内 33 学外 14

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

3. 専門委員会の構成及び開催状況(令和6年度)

CAN-DO 共同利用・共同研究専門委員会は以下の委員から構成される。令和6年12月2日に令和6年度第1回バイオナノマテリアル製造評価システム(CAN-DO)共同利用・共同研究専門委員会を対面とオンライン(Zoom)のハイブリットで開催した。

CAN-DO 共同利用・共同研究専門委員会委員：

	委員種別	氏名	職名	所属機関名
1	3号委員	能木 雅也	教授	大阪大学 産業科学研究所
2	3号委員	齋藤 継之	教授	東京大学 大学院農学生命科学研究科
3	3号委員	荒木 潤	教授	信州大学 繊維学部
4	3号委員	岡久 陽子	准助教	京都工芸繊維大学 繊維学系
5	3号委員	足立 幸司	准教授	秋田県立大学 木材高度加工研究所
6	3号委員	北岡 卓也	教授	九州大学 大学院農学研究院
7	2号委員	寺本 好邦	准教授	農学研究科 森林科学専攻
8	4号委員	矢野 浩之	特任教授	生存圏研究所 生物機能材料分野
9	委員長 1号委員	伊福 伸介	教授	生存圏研究所 生物機能材料分野
10	1号委員	今井 友也	教授	生存圏研究所 マテリアルバイオロジー分野
11	1号委員	田中 聡一	助教	生存圏研究所 生物機能材料分野

4. 共同利用研究の成果

成果の例①

<研究課題：木材の高性能化に向けた薬液含浸のための最大含浸量の高精度予測（R6）>

木材の高機能化・高性能化には薬液含浸が用いられているが、多くの場合に含浸ムラが生じる。しかし、そもそもムラなく含浸が行われたかどうかの正確な判断基準が存在しなかった。重量増加率（WPG）は、木材に含浸された薬液の量を示す指標として用いられる。WPGが理論上の最大値に到達していれば、含浸ムラがないことを定量的に示すことができる。WPGの理論上の最大値は、木材に含まれる細胞腔の体積を用いて概算されてきたが、精度が低かった。そこで本研究では、細胞壁の膨潤や薬液濃度分布、および細胞腔の体積を考慮することで、WPGの最大値（ W 値）をより高精度に計算するための理論式を提案した。本論文では、フェノールホルムアルデヒド樹脂溶液を注入し、その後に調湿および乾燥を行った後の6種の針葉樹についてWPGを測定した。各工程後のWPGの測定値は、理論式を用いて計算された W 値によって良好に説明された。計算結果から、WPGは細胞壁の膨潤および細胞腔内と細胞壁内の一時空隙の間の溶液濃度の差に大きく影響されることが示唆された。また、これらの影響は、密度の高い木材でより大きいことが示唆された。

成果の例②

<研究課題：リグニンの物性解明に向けたシロアリ糞の熱軟化挙動の評価（R6）>

リグニンの重要な物性の一つに熱軟化がある。熱軟化特性は、木質材料の加工技術や木材の乾燥技術においてだけでなく、木材の微細構造を推定においても重要な物性である。リグニンの熱軟化挙動はこれまで、脱成分処理した木材や単離過程で変性されたリグニンをを用いて議論されてきた。しかし、天然リグニン単体の熱軟化挙動は未だ評価されていない。それは、木材細胞壁中のリグニンが、セルロースとヘミセルロースと共に化学結合や分子間力によって複雑な複合体を形成しているためである。木材を摂食したシロアリから排泄される糞では、セルロースやヘミセルロースの多くが分解されているため、残ったリグニンは、単離された天然リグニンに近い化学構造をもつとの報告がある。そこで本研究では、リグニンの物性解明に向けてシロアリ糞の熱軟化挙動を、熱機械分析装置を用いて評価した。糞には60～90℃付近に損失正接 $\tan\delta$ のピークを持つことがわかり、木材に似た熱軟化挙動を示すことが示唆された。

令和6年度共同利用研究活動の成果

[I] 学術雑誌論文

- Structural Color of Partially Deacetylated Chitin Nanowhisker Film Inspired by Jewel Beetle, Dagmawi Abebe Zewude, Masaaki Akamatsu, Shinsuke Ifuku, *Materials*, **2024**, *17*, 5357. <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/21/5357>.
- Chitin nanofibers promote rhizobial symbiotic nitrogen fixation in *Lotus japonicus*, Mamu Gonnami, Takaya Tominaga, Yukiko Isowa, Sarasa Takashima, Naoya Takeda, Chihiro Miura, Momoko Takagi, Mayumi Egusa, Akira Mine, Shinsuke Ifuku, *International Journal of Biological Macromolecules*, **2024**, *278*, 134910-134910. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134910>.
- Preparation of Oil-in-Water Type Pickering Emulsions Stabilized by Partially Deacetylated Nanochitin and pH-triggered Drug Release, Eikan Yanagi, Masaaki Akamatsu, Tomoyo Suezawa, Hironori Kaminaka, Hironori Izawa, Shinsuke Ifuku, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **2024**, *700*, 134843-134843. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.134843>.
- Homogeneous microscopic bumps generated on λ -carrageenan cast film surface, Izawa, Hironori, Toyoshima, Yuta, Fujiwara, Nana, Kawakami, Momoka, Tajima, Wataru, Ifuku, Shinsuke, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **2024**, *690*, 133853. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.133853>
- Root colonization by *trichoderma atroviride* triggers induced systemic resistance primarily independent of the chitin-mediated signaling pathway in Arabidopsis. Ayae Sakai, Hisako Yamagata, Keigo Naito, Mai Yoshioka, Takaya Tominaga, Shinsuke Ifuku, Hironori Kaminaka, *Microbes Environ.* **2024**, *39*, ME24038. <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsme2>
- Formulation of maximum weight percent gain of wood impregnated with resin considering cell wall swelling and resin concentration distribution: In the impregnation of six softwood species with phenol formaldehyde resin, Soichi Tanaka, Masako Seki, Mitsuru Abe, Tsunehisa Miki, accepted to Journal of Wood Science on Jan 2025.
- Nanochitin from crab shells: production, chemical modification, composite materials, and physiological functions, Shinsuke Ifuku, Hironori Kaminaka, Md. Iftexhar Shams, *Macromolecular Rapid Communications*, in press.
- N-Trimethylation of nanochitin for high dispersibility and pH-independent antibacterial activity, Masaki Kawamoto, Toshifumi Mizuta, Hironori Kaminaka, Masaaki Akamatsu, Shinsuke Ifuku, *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, in press.
- Cutting processability of metal-ion-containing cellulose nanofibril films by continuous wave laser, Natsuo Suzuki, Daisuke Ando, Kojiro Uetani, *Carbohydrate Polymers*, **2024**, *338*, 122206.

[II] 修士論文・博士論文

1. 久米 舞「リグニンの物性解明に向けたシロアリ糞の熱軟化挙動の評価」京都大学大学院農学研究科修士論文
2. 濱田 智哉「セルロースナノファイバー強化ポリプロピレンの圧縮加工による引張特性の向上」京都大学大学院農学研究科修士論文
3. 朱 世奇「Effect of Reaction Condition on the Structural Characteristics of Cellulose Synthesized by Cellodextrin Phosphorylase」京都大学大学院農学研究科森林科学専攻修士論文

[III] 著書

なし

[IV] 受賞

なし

[V] テレビ、新聞、解説記事等

なし

[VI] 特許

なし

[VII] 学会発表

1. Shinsuke Ifuku, Nanochitin: various biological functions of the new material from crab shells and its practical application, 2nd International Symposium on Cellulose and Renewable Materials, 2024年9月22日
2. Shinsuke Ifuku, Nanochitin from crab shells, their superior physiological functions and commercialization, Fujihara International Symposium on Nanocellulose 2024, 2024年10月2日
3. 伊福伸介、セルロースとは一味違う「ナノキチン」の驚くべき多様な機能とその実用化、生存圏研究所オープンセミナー、2024年10月23日
4. 伊福伸介、鳥取県の未利用生物資源「キチンナノファイバー」を活用した社会実装の取り組み、第18回多糖の未来フォーラム、第536回生存圏シンポジウム 2024年11月22日
5. 伊福伸介、カニ殻由来の新素材「キチンナノファイバー」の成形加工技術、プラスチック成形加工学会第32回秋季大会、2024年11月27日
6. 伊福伸介、鳥取県の未利用生物資源「キチンナノファイバー」を活用した社会実装の取り組み、ナノセルロース・ナノカーボン複合材料専門委員会 講演会、2024年11月29日
7. 伊福伸介、キチンナノファイバーの創傷治癒効果、バイオナノマテリアルシンポジウム2024ーアカデミアからの発信ー、令和6年12月2日
8. 伊福伸介、鳥取の地域資源「キチンナノファイバー」の機能と社会実装の取り組み、油化学関連シンポジウム in 鳥取～温故知新：材料の新しい価値の創出！～2024年12月13日
9. 伊福伸介、カニ由来の新素材「ナノキチン」の多様な生理機能と 実用化に向けた取り組み、第65回先端繊維素材研究委員会 公開ミニシンポジウム、2025年1月16日
10. Mai Kume, Shinsuke Ifuku, Wakako Ohmura, Soichi Tanaka, "Investigation of thermo-softening behavior of lignin using feces of a drywood termite, *Incisitermes minor*," International Symposium on Wood Science and Technology, Sendai, March 2025.
11. Soichi Tanaka, Tomoya Imai, Hiroaki Horiyama, Keisuke Kojiro, "In situ SAXS analysis for tracking the change in multiscale structure of wood under flexural deformation," The 67th Society of Wood Science and Technology International Convention, Portoroz (Slovenia), June 2024
12. Soichi Tanaka, "Advanced physical processing for promoting the material application of wood offcut in logging residue" Seminar in Aalto University, Espoo(Finland), 2024
13. 田中聡一, 「木材の組織構造を活用した成形加工」阪大×京大ジョイントセミナー, 京都, 2024
14. 田中聡一, 「木材の加工を見据えたナノ・マイクロ構造の評価」, 第115回高分子材料セミナー, 日本材料学会高分子材料部門委員会, 京都, 2024

15. Structural growth of the octyl-cellulose synthesized by cellodextrin phosphorylase, Shiqi Zhu; Paavo Penttilä; Tomoya Imai、セルロース学会第 31 回年次大会, 2024 年 07 月
16. Structural Evolution of CDP-synthesized cellulose with Octyl-Glucoside, Shiqi Zhu; Paavo Penttilä; Tomoya Imai, ISWST2025, 2025 年 03 月
17. Structural Changes of Poly(ethylene terephthalate) undergoing Enzymatic Degradation, Daisuke Tadokoro, Tomoya Imai, 21st IUPAB Congress 2024 (IUPAB2024) 2024 年 6 月
18. 酵素分解が進む PET 基質の高次構造の変化、田所大輔; 今井友也、2024 年繊維学会年次大会（創立 80 周年記念）, 2024 年 06 月

[Ⅷ] その他

なし

Elucidation of the physical and biochemical environment of methane-producing microbial communities living in tree trunks

1. Research team

Leader: EPRON, Daniel (GS Agriculture)
Collaborators: NISHIMURA, Hiroshi (RISH)
COURSEUT Nathan (GS Agriculture / Univ. Lorraine, France)

2. Related missions.

Mission 1: Environmental Diagnosis and Regulation of Circulatory Function
Mission 5: Quality of the Future Humansphere

3. Abstract

Methane (CH₄) accumulating in the trunks of living trees can be produced internally by methanogenic archaea. However, the factors influencing and regulating the composition and activity of microbial communities within the trunks remain largely unknown. This study aims to characterize the micro-environment in which CH₄ production occurs in the heartwood. To answer this question, 2 species have been investigated, one with wet wood, *Cryptomeria japonica* (sugi) and one without *Fagus crenata* (buna). For each species in *ex-situ* potential CH₄ production rate has been estimated under anoxic condition. Principal component analysis (PCA) has been used to rebuild the production gradient based on physical and biochemical characteristics. Both species produced methane with a similar range of values with higher variability in the heartwood independently of the presence of wetwood. Anoxic conditions were provided by high moisture content in *C. japonica* while in *F. crenata* a low moisture content was combined with higher bulk density. Investigation of both physical and chemical factors suggests that degradation could fuel methane production and the production could be influenced by the degradation stage. A complete analysis of the microbial community should be necessary to confirm this finding.

4. Background and purpose of the research

CH₄ that accumulates in the trunk of living trees can be produced endogenously by methanogenic archaea. We recently discovered that methanogenic archaea were present in wood samples of several species sampled from the Ashiu forest. However, little is known about factors that shape and control the composition and activity of microbial communities inhabiting the trunks. The onset of wood decay in mature tree trunks is the starting point of complex biochemical processes. We hypothesized that cellulose and pectin degradation in heartwood provides carbohydrates which are substrates for fermentation that produces acetate, CO₂ and H₂ used by the methanogenic archaea under anoxic conditions. We also postulate that phenolic compounds, either constitutive or produced by lignin degradation, act as antibiotic substances against methanogenic microbes. Our goal is therefore to characterize the physical and biochemical environment in which CH₄ production occurs

5. Results and discussion

Trunk heartwood of *F. crenata* and *C. japonica* produced CH₄ within a large range of *ex-situ* potential CH₄ production rate from almost 0 up to 20 nmol CH₄ g⁻¹ h⁻¹. The in-situ molar fraction of CH₄ ([CH₄]_i) was 30 times higher than the atmospheric level, with no statistical difference between species with similar median values of approximately 60 ppm. [CH₄]_i was well correlated with the *ex-situ* potential CH₄ production rate for both species (Fig. 1).

Wood of *C. japonica* was more wet, less acidic, with more phenolic compounds than that of *F. crenata*. Wood of *F. crenata* contains more soluble sugars and amino acids than that of *C. japonica*, and as a much higher density. High water content for one species and high wood density for the other provided anoxic conditions which are required for methanogenic archaea. However, wetwood or high wood density could not be considered a sufficient condition to explain CH₄ production which also required substrates that could be provided by fermentative bacteria through wood degradation.

By GC-MS analysis, 96 molecules were identified in *F. crenata*, with 18 common to all individuals and 42 found in only one tree. Thirteen molecules were particularly notable, either positively or negatively linked to CH₄ production. Three phenolic compounds were negatively related to CH₄ production. Two diols, which have documented antimicrobial activity, were found in the lowest producer. Two alkanes showed a decrease in peak height with increasing production rate, while the peak height of two identified amides were positively correlated with CH₄ production. Molecules with methyl groups were identified in the highest CH₄ producers.

A total of 178 molecules were identified in *C. japonica*, with 10 molecules that were particularly noteworthy, including two that were exclusively present in the highest producer (one from lipid degradation, one being a potential methyl source) and one fatty acid present in all segments but with the highest peak in the most productive segment. In contrast, two molecules containing ethanol groups were exclusive to the lowest producer. Three molecules with hydroxyl groups were detected in the rotten segment.

Our results suggest that hydrogenotrophic methanogenesis, using CO₂ and H₂ was likely prominent, but that methylotrophic methanogens could co-exist. Molecules known for their antimicrobial or antifungal properties were detected in some samples from both species, highlighting the necessity to coinvestigate CH₄ production, wood biochemistry and microbial communities living in tree trunk.

6. Future directions

Overall, this study underscored the importance of microenvironmental conditions in controlling CH₄ production in trunks and highlighted the need for comprehensive analyses to accurately assess methane emissions from different tree species. Future research should focus on microbial communities in tree trunk, characterizing not only methanogens but the entire microbial communities in the heartwood that are susceptible to play a role in providing substrates to methanogenic archaea. DNA has already been extracted from all heartwood samples used in this study. Copy number of the methanogenic archaea *mcrA* gene coding for the methyl coenzyme M reductase and amplicon sequencing analysis targeting the V3-V4 region of 16S rRNA gene for bacterial communities have been obtained but not yet fully analyzed. Similar analyses on the 18S rRNA gene for fungal communities are on-going.

7. References

8. Notes

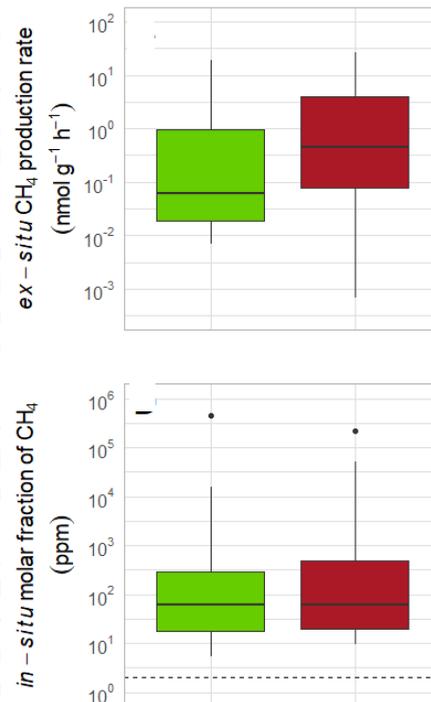


Fig. 1: Ex-situ potential CH₄ production rate and in-situ molar fraction of CH₄ *F. crenata* in green and *C. japonica* in red.

長期太陽黒点観測スケッチのデジタル画像データベースの構築

1. 研究組織

代表者氏名：浅井 歩（京都大学 理学研究科）

共同研究者：海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）

上野 悟（京都大学 理学研究科）

鈴木三好（元三重県津高校教諭）

北井礼三郎（立命館大学）

2. 関連ミッション

ミッション3：宇宙生存環境

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

鈴木美好氏による 60 年間以上にわたる太陽全面の黒点のスケッチ資料が蓄積されている。また、1987 年からは、写真観測（図 1）も同時に記録されている。本研究では、これらの太陽活動の長期連続観測資料をデジタル化してデータベースを構築し世界に公開する。また、このデータベースを活用して、太陽活動の長期変動について調べる。特に活動領域（黒点）ごとの太陽面での位置変化を調査し黒点出現の特徴を調べる。鈴木氏による均質な長期連続観測資料は、太陽活動・地球環境の長期変動を研究するための貴重な資料である。構築するデータベースは、生存圏研究所が主要機関参加している IUGONET を介して公開する。地球環境を支配する太陽エネルギー研究の基礎資料となるデータベースの公開は価値が大きい。

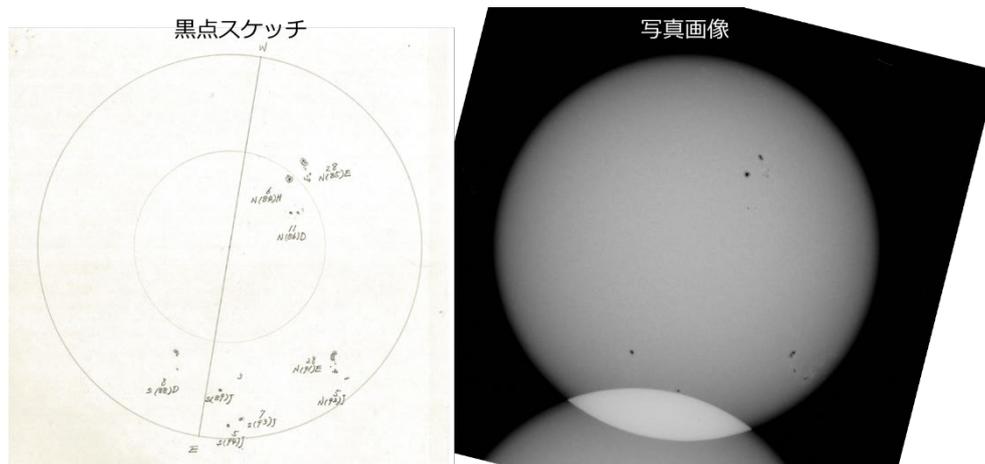


図 1：鈴木氏による太陽黒点スケッチ(左)と同日の太陽白色光写真画像(右)。1998 年 4 月 10 日撮影。

4. 研究の背景と目的

太陽黒点の出現は約 11 年で盛衰を繰り返す。太陽活動は太陽からの紫外線放射量を変動させ、地球に照射するエネルギーを増減させる。しかし、この盛衰の根本原因は未解明であり、観測的な立場から長期間観測記録の整備が必要である。太陽黒点の観測は、1600 年代のガリレオ・ガリレイの時代にまでさかのぼれる。近年においては、小山ひさ子氏による「40 年にわたる黒点スケッチ観測」¹⁾が世界的に知られており、それを引き継いで、鈴木美好氏による 60 年を超える黒点スケッチ観測が存在する。1987 年からは、写真観測も同時に行っている。SILSO²⁾は世界的な太陽黒点観測のとりまとめを実施しているが、過去の太陽黒点数の再評価の際には、鈴木氏の観測結果が貢献した。本研究の目的は、この鈴木氏の観測のデジタル画像データベースを構築して、世界的研究ネットワークに原資料を提供することにある。また、この長期連続観測情報から、太陽活動の長期変動について調べる。

5. 研究の結果および考察

本年度は、主に 1988 年から 1998 年にかけての約 1,000 コマの写真フィルム画像(図 1)をデジタルスキャンした。

6. 今後の展開

フィルム撮像画像は全部で約 45,000 コマ存在しており、重要なフィルムを選別することで、残りの画像を効率的にスキャンする。これらのデータを理学研究科附属天文台のデータサーバー上に画像データベース・メタデータデータベースを構築し公開する。また、昨年度より行っている活動領域の出現経度に特徴(活動経度)についての調査(図 2)を継続し、太陽面電活動経度の存在の有無を確かめる。

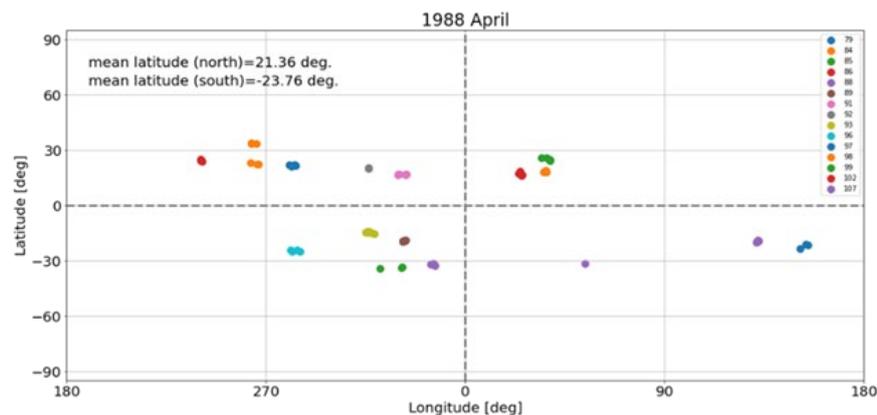


図 2 : 1988 年の 4 月に出現した黒点のキャリントンマップ上での位置。

7. 引用文献

- 1) 小山ヒサ子, 太陽黒点観測報告: 1947-1984, 河出書房新社, 1985.
- 2) SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations) Webページ: <https://wwwbis.sidc.be/silso/>

ムラサキの脂質輸送装置を利用した植物細胞における 代謝産物の輸送エンジニアリング

1. 研究組織

代表者氏名：市野琢爾（神戸薬科大学 薬学部）
共同研究者：杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）
矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御
ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

植物は生理活性を有する多彩な特化代謝産物を生産している。人間が利用している代謝産物の中には、希少な植物種でのみ生産されるものや、植物組織内で微量なものも多い。これらの有用成分を持続的に生産するための解決策の一つが、植物細胞を用いた代謝工学である。本研究では、多量の脂質を分泌している薬用植物ムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon*) がもつ脂質輸送装置に着目し、異種植物において輸送能力を改変し、生産・蓄積する代謝産物量を制御できるかどうかを検証した。

4. 研究の背景と目的

天然に存在する生理活性物質は香料や医薬品原料、機能性成分として利用される。環境に負荷をかけずに有用成分を生産することは、持続可能な社会の実現に向けた重要な課題である。それ故、微生物や植物を宿主とした代謝工学は、化石資源に頼らない物質生産法として注目を浴びている。これまでの代謝工学では、触媒機能や代謝経路といった酵素に着目した生合成の操作が中心であった。しかし、細胞を用いた物質生産では、生合成だけでなく、細胞内や組織間における代謝産物の輸送や蓄積も関わる。そこで、有用成分の高生産実現に向けた新たなアプローチとなるべく、細胞の輸送能力を自在に制御することを目標とした。

薬用植物ムラサキは脂溶性の特化代謝産物シコニン¹⁾を細胞重量の10%に達する程多量に生産し、細胞外に分泌している。同時に、ムラサキの細胞は中性脂質トリアシルグリセロール²⁾を分泌する³⁾。本研究では、ムラサキにおいて脂質の大量分泌を支えている輸送装置が生物種の垣根を越えて細胞の輸送能力を改変できるかどうかを検証する。具体的には、シコニン分泌に関与する輸送因子をタバコ (*Nicotiana tabacum*) に導入した際、代謝産物の組織分布に変化が生じるのかどうかを解明する。

5. 研究の結果および考察

これまでにムラサキにおいて、シコニンの生産条件下で発現が誘導される遺伝子群を選抜している²⁾。この中から、代謝産物の輸送への関与が期待されるトランスポーターと小胞輸送³⁾に着目し、候補遺伝子16個を単離した。遺伝子発現解析とタンパク質の局在解析から、うち8つの因子が分泌経路で機能することが示唆された。

次いで、候補遺伝子8つを個別に過剰発現するタバコの形質転換体を作製した。タバコ本葉をクロロホルム/メタノール混合溶液に浸すことで分泌された代謝産物を抽出し、GC-MSにより網羅的に定量した。その結果、輸送因子#4あるいは#9の導入により、特定の代謝産物の分泌量が増加する傾向が認められた。

分泌能の評価には、代謝産物の分泌量に加え、総生産量や組織内外の分布を調べる必要がある。まず、上述の方法で分泌された代謝産物を抽出し、残った葉組織を溶媒内で破碎することで組織内の代謝産物も抽出した。組織内には多種類の代謝産物が含まれるため、分析カラムの検討も行った。そこで、無極性カラムと微極性カラムを用いて、各画分をGC-MS分析に供した。その結果、いずれの画分においても、微極性カラムを用いると各代謝産物をうまく分離できることがわかった。以上により、タバコ葉組織内外の代謝産物量と分布を調べる分析系を確立することができた。

6. 今後の展開

輸送遺伝子#4と#9の過剰発現タバコを栽培し、組織内外の代謝産物を抽出する。本年度に確立した定量分析系を用いて、これらの輸送因子が代謝産物の分泌能を強化したのか、或いは総生産量そのものに寄与したのか、その仕組みを明らかにする。

生物は有用成分を膜区画や細胞外に輸送・隔離することで、その生産性と自己毒性からの回避を両立している。細胞が生来備えている輸送機構に着目した代謝工学は、生合成改変では成し得なかったブレイクスルーになる可能性を秘めている。

7. 引用文献

- 1) Tatsumi, K., Ichino, T., Isaka, N., Sugiyama, A., Moriyoshi, E., Okazaki, Y., Higashi, Y., Kajikawa, M., Tsuji, Y., Fukuzawa, H., Toyooka, K., Sato, M., Ichi, I., Shimomura, K., Ohta, H., Saito, K., Yazaki, K., Excretion of triacylglycerol as a matrix lipid facilitating apoplast accumulation of a lipophilic metabolite shikonin, *J. Exp. Bot.*, **74** (1), 104-117, 2023.
- 2) Takanashi, K., Nakagawa, Y., Aburaya, S., Kaminade, K., Aoki, W., Saida-Munakata, Y., Sugiyama, A., Ueda, M., Yazaki, K., Comparative Proteomic Analysis of *Lithospermum erythrorhizon* Reveals Regulation of a Variety of Metabolic Enzymes Leading to Comprehensive Understanding of the Shikonin Biosynthetic Pathway, *Plant Cell Physiol.*, **60** (1), 19-28, 2019.
- 3) Ichino, T., Yazaki, K., Modes of secretion of plant lipophilic metabolites via ABCG transporter-dependent transport and vesicle-mediated trafficking, *Curr. Opin. Plant Biol.*, **66**, 102184, 2022.

ウルトラファインバブルの植物体内における挙動 および機能に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：伊藤彩菜（京都大学 農学研究科）

共同研究者：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）

神田亜以子（京都大学 農学研究科）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

ウルトラファインバブル（以下、UFB と表記）による植物の生育促進効果のメカニズムは解明されておらず、植物体内に吸収された UFB の数密度や動態を解析した前例はない。本研究は、植物体内の UFB の挙動と生育量の関係を明らかにすることを目的とし、UFB を養液に添加したカボチャの道管液の解析および生育の評価を実施した。

道管液中のナノ粒子数を解析した結果、UFB を使用しない実験区（UFB-）では粒子が検出されなかったのに対し、UFB を添加して栽培した実験区（UFB+）では、8 個体中 5 個体に検出された。また、UFB+は UFB-と比べて地際から 7 cm 地点で採取できた道管液量、および、播種後 56 日目での雌花の数が多くなった。これらの結果から、UFB を養液に添加して栽培することで、地際から離れた部位の道管液量や雌花数を増加させるナノ粒子が植物体中に増加することが示唆された。

4. 研究の背景と目的

UFB は国際標準化機構 ISO 20480-1 にて定義されており、直径 1 マイクロメートル未満の極小の気泡のことを指す。UFB を含んだ水による植物の生育促進効果についての報告はあるものの¹⁾、そのメカニズムは未だ解明されていない。したがって本研究の目的は、植物体内の UFB の挙動と生育量の関係を明らかにすることである。

5. 研究の結果および考察

UFB を使用しない実験区（UFB-）の道管液にはナノ粒子が検出されなかったのに対し、養液に UFB を添加して栽培した実験区（UFB+）では、8 個体中 5 個体に粒子が検出され（表 1）、一部の粒子径は添加した UFB 径と同等であった（図 1）。また、UFB+は UFB-と比べて地際から 7 cm 地点で採取できた道管液量が多くなり（図 2）、播種後 56 日目での雌花の数が増加した（図 3）。UFB の圧壊時には活性酸素種である ROS が発生することが知られており²⁾、ROS は植物の細胞分化や花成に関与する

という報告がある³⁾。本実験において、UFBを養液に添加して栽培することでカボチャ体内の代謝や含有物に変化が生じ、道管液を介して地際からより離れた生長部位まで運ばれたことで、花数の増加などの生育促進効果が表れた可能性がある。

表1：粒子が検出された個体数と数密度

Treatment	UFB -	UFB +
The number of plants with particle detected	0	5
Concentration (10^7 / mL)	0	0.153

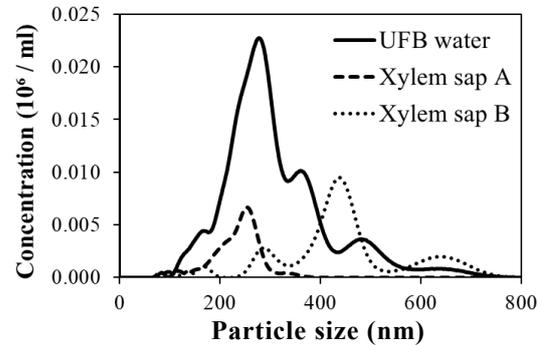


図1：道管液中のUFB数密度と粒径分布

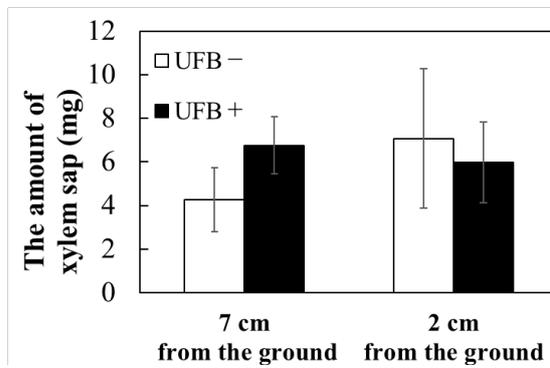


図2：異なる部位での道管液量

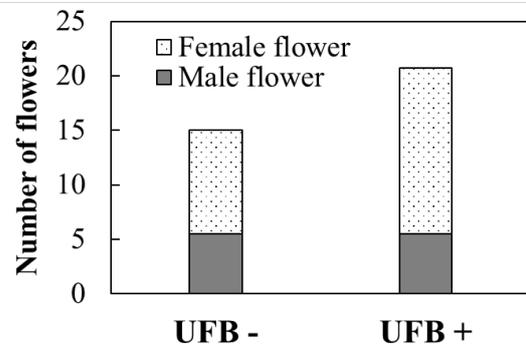


図3：UFBがカボチャの花数に及ぼす影響

6. 今後の展開

道管液中の不純物の影響を排除したUFB数密度の解析や、UFB添加による道管液中の成分の変化について分析する予定である。

7. 引用文献

- 1) Iijima et al., Promotive or suppressive effects of ultrafine bubbles on crop growth depends on bubble concentration and crop species, *Plant Production Science*, 1, **25**, 78-83, 2022.
- 2) Malahlela et al., Micro-nano bubble water technology: Sustainable solution for the postharvest quality and safety management of fresh fruits and vegetables, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **94**, 2024.
- 3) 小川, レドックスと植物の生長・生理調節, *Regulation of Plant Growth and Development*, 2, **37**, 126-138, 2002.

8. 付記

招待講演 Y. Ueda, A. Ito, 他, Fundamental and Applied Research on the Electrical Properties of Nanobubbles, Nanobubbles for Sustainability: Transforming Agriculture and Environmental Management, Jan 24, 2025

ナノセルロースの表面グラフト重合による機能性材料開発と 木材利用の推進

1. 研究組織

代表者氏名：伊福伸介（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：赤松允顕（鳥取大学 工学研究科）

田中聡一（京都大学 生存圏研究所）

矢野浩之（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション4：循環材料・環境共生システム

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

ナノセルロースは化学的な手法によりその表面を変性して、機能性の付与や物性の制御が可能である。本研究では、紫外線照射によりナノセルロースの表面にポリ酢酸ビニルをグラフト重合した。ポリアクリル酸の導入が FT-IR によって確認された。それに伴い、メタノールに対する分散性が向上した。また、ナノセルロース上に、ポリ酢酸ビニルの凝集物と思われる球状体を観察できた。重合生成物の水懸濁液を、吸引ろ過とそれに続くホットプレスして半透明のフィルム状の成形体を得た。そのフィルムの接触角は大幅に増加した。これは、ポリ酢酸ビニルがナノセルロース表面を疎水性にしたためである。

4. 研究の背景と目的

ナノセルロースは森林圏において木材から製造される新素材であり、特徴的な形状と優れた機械的特性を備える。ナノセルロースは水酸基による親水的な表面特性を示す。その水酸基をアシル化やエーテル化で誘導体化することにより、機能性の付与や物性の制御が可能である。Abe らは紫外線照射によりナノセルロースの表面にポリメタクリル酸メチルをグラフトすることに成功した(1)。この方法は様々なビニルポリマーのグラフト化に有効な汎用性の高い方法であると推測される。本研究では、表面にポリ酢酸ビニルを導入し、次いでけん化、アセタール化により3種のナノセルロースグラフト重合体を合成する。そして、それぞれの誘導体の特徴（熱可塑性、接着性、親水性、ゲル化特性、耐水性、耐熱性、強度・弾性）を活用した材料開発を行い森林圏科学を推進する。

5. 研究の結果および考察

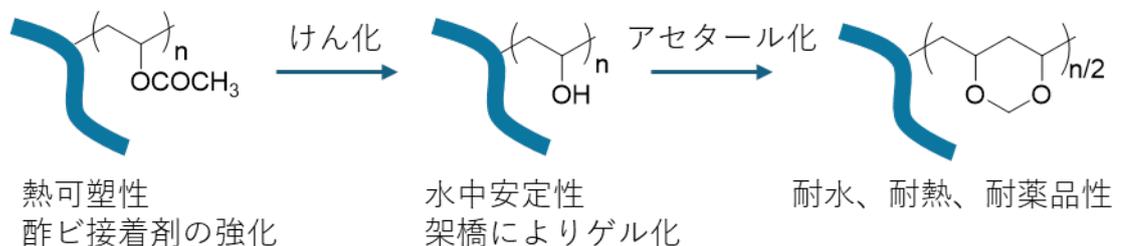
ナノセルロース（NC）の分散液（BiNF_i-s、スギノマシン）に酢酸ビニル（VAc）を加え、蒸留水で希釈することにより、0.2 wt%NC および 5.0 wt% VAc を含む分散

液 50 g を得た。分散液は窒素でバブリングを行い、系内の酸素を除いた。攪拌しながら 40°C で紫外線を 90 分照射して、ラジカル重合を行った。紫外線の波長は 365 nm、UV 照度は 20.40 mWcm⁻²、積算光量は 110.16 Wcm⁻² である。光源から反応液の距離は 50 mm である。

重合反応後、NC は沈殿を生じた。ポリ酢酸ビニル (PVAc) が NC の表面でグラフトして水中での分散性に影響した可能性が示唆される。反応前後の FT-IR スペクトルを示す。酢酸ビニルに由来する C=O、C-O ならびに C-O-C の伸縮振動に由来する吸収ピークが確認できたことから、NC 上で PVAc をグラフトできた (NC-g-PVAc)。得られた重合生成物のメタノール中における分散性を評価した。NC は水中で均一に分散できるが、メタノール中では沈殿を生じた。一方、NC-g-PVAc はエタノール中で均一に分散した。これは NC 表面特性の変化によるものである。NC と NC-g-PVAc の SEM 像を示す。NC は幅が約 10 nm、長さが数百 nm の針状物質であるが、NC-g-PVAc は部分的な凝集物が確認できた。グラフトした PVAc が水中で凝集したためだと思われる。NC-g-PVAc 分散液を吸引ろ過により脱水し、ホットプレスによりフィルムを得た。フィルムは半透明であり、外観は NC と同様であった。その直線透過率はそれぞれ、6.40% と 5.71% であり、NC-g-PVAc の方がわずかに高かった。フィルムの表面特性を評価するために接触角を測定した。NC と NC-g-PVAc の接触角はそれぞれ、23.0° と 61.0° であった。すなわち、NC 表面に PVAc が導入されることにより、フィルム表面の疎水性が大幅に増加した。

6. 今後の展開

ナノセルロースの表面をラジカル重合によりポリ酢酸ビニルをグラフトできた。得られた誘導体は熱プレスによりフィルムに成型できた。今後はポリ酢酸ビニル接着剤と相溶させて接着力の強化を試みる。次いで、このナノセルロースのグラフトポリマーをけん化してポリビニルアルコールに変換することにより、水分散性の向上や架橋剤によるゲル化特性を付与する。更にアセタール化により、ナノセルロースの耐水性、耐熱性、強度・弾性率を向上させる。



ナノセルロースの表面グラフト化と高分子反応

7. 引用文献

- 1) Yang, X., Ku, T., Biswas, S. K., Yano H., Abe, K., *Green Chem.*, 21, 2019, 4619.

高分子構造に基づく PET 加水分解酵素の作用機序解明

1. 研究組織

代表者氏名：今井友也（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：田所大輔（京都大学 生存圏研究所）

林 重彦（京都大学大学院 理学研究科）

江尻智森（京都大学大学院 理学研究科）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション4：循環材料・環境共生システム

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

近年、汎用プラスチックの一つであるポリエチレンテレフタレート（PET）を分解できる酵素、PETase（ペターゼ）が自然界から複数発見され、その機能解析と改良が進められている。本研究では、PETase を基盤とする PET リサイクル系の構築を目指し、分解される PET の固体高分子構造の観点から PETase の PET 分解の作用機序を解明する。

4. 研究の背景と目的

プラスチックは生活のあらゆる場面で使われている、人間にとって必要不可欠の材料だが、石油由来の材料であること、環境中に流出するとその低い分解性のために環境汚染を引き起こすことから、非持続可能材料である。このようなプラスチック材料を継続して利用するには、その持続可能材料化が必須であるが、その実現のために必要な技術の一つは使用済みプラスチックのリサイクルシステムである。本研究では汎用プラスチック、特に PET のリサイクルを、酵素を使って行う方法の開発を最終目的とする。

近年、PET を分解する酵素として、PETase の研究が活発に行われている[1-3]。しかし基質である PET が高分子の固体であることから、基質の PET の固体構造を考慮して PETase による PET 分解過程の分析を行うべきところ、そのような研究例は皆無に近い。以上の背景から本研究では、PET の固体構造に基づいて PETase の機能解析と改良を目指す。PETase による PET 分解の劇的な効率化を達成し、酵素による PET のリサイクル技術を確立することが本提案の最終目標である。

5. 研究の結果および考察

既報の PETase の一つである Fast-PETase[2]を、大腸菌発現系を用いて組換え体タ

ンパク質として生産し、精製を行った。市販の PET ペレットを 300°C で熱処理し、メルトクエンチ法により非晶質フィルムを作成し、本研究での分解基質として使用した。

上記で調製した PETase による非晶 PET フィルムの分解を、pH8.0 の緩衝液中で 60°C 処理を行った。所定の時間でフィルム試料を取り出して、水洗後に、重量減少率測定と、走査型電子顕微鏡観察 (SEM)、小角 X 線散乱 (SAXS)、広角 X 線回折 (WAXD)、 μ X 線 CT による構造解析を行った。

既報[2]通り、Fast-PETase は数日かけて PET フィルムをほぼ 100% 分解することができた。最初透明だったフィルムは分解とともに白濁が強くなるが、この理由として、結晶化が起きるためであるという説明と、可視光の波長程度の孔ができるという説明の二通りが考えられる。WAXD の結果、特に結晶性の上昇は見られなかったこと、SEM の結果から酵素処理により細孔が現れたことから、フィルムが白濁する原因は細孔がフィルムに開くことによることが判明した。

当日は μ X 線 CT のデータや SAXS のデータも含めて、より詳細な分析結果に基づき、PETase が PET フィルムを分解する機構について、議論を行う。

6. 今後の展開

本研究はタンパク質科学と高分子科学を基盤としてプラスチックのリサイクル技術開発を目指す課題である。タンパク質科学と高分子科学の共同研究例は少ないが、代表者はセルロースを主対象にミッション2研究としてこのような研究を行っている。本提案では代表者のセルロースでの経験をポリエステルに展開し、高分子材料を持続可能社会に適合させるための研究課題であり、生存圏科学として重要な課題である。今後は共同研究者が開発を進める酵素活性増強 PETase で同様の分析を行い、より効果的な PET 分解法の開発研究へ展開させる。

7. 引用文献

- [1] S. Yoshida, K. Hiraga, T. Takehana, I. Taniguchi, H. Yamaji, Y. Maeda, K. Toyohara, K. Miyamoto, Y. Kimura, K. Oda, A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate), *Science* 351(6278) (2016) 1196-1199. 10.1126/science.aad6359
- [2] H. Lu, D.J. Diaz, N.J. Czarnecki, C. Zhu, W. Kim, R. Shroff, D.J. Acosta, B.R. Alexander, H.O. Cole, Y. Zhang, N.A. Lynd, A.D. Ellington, H.S. Alper, Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization, *Nature* 604(7907) (2022) 662-667. 10.1038/s41586-022-04599-z
- [3] S.H. Lee, H. Seo, H. Hong, J. Park, D. Ki, M. Kim, H.-J. Kim, K.-J. Kim, Three-directional engineering of IsPETase with enhanced protein yield, activity, and durability, *J. Hazard. Mater.* 459 (2023) 132297. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132297>

8. 付記

繊維学会年次大会および IUPAB2024 で国内および国際学会発表を行った。

国内稠密 GNSS 受信機網データを用いた伝搬性電離圏擾乱およびその測位への影響に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：大塚雄一（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）

共同研究者：横山竜宏（京都大学 生存圏研究所）

山本 衛（京都大学 生存圏研究所）

Fu Weizhen（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）

2. 関連ミッション

ミッション3：宇宙生存環境

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

本研究では、国内における全球測位衛星システム(GNSS)受信機網データを用い、2024年5月に発生した磁気嵐（最小Dst指数 -412 nT）に起因する電離圏擾乱と、そのGNSS測位精度に与えた影響を調べた。

4. 研究の背景と目的

GPSをはじめとするGNSS(Global Navigation Satellite System)は、カーナビゲーションや携帯端末などで位置を決定するために用いられ、広く一般に普及している。GNSS測位にとって、電離圏電子密度の変動は誤差の原因となる。電離圏には、伝搬性電離圏擾乱(Traveling Ionospheric Disturbance; TID)と呼ばれる電子密度の変動が伝搬する現象が頻繁に発生し、精密測位に対する誤差の原因となっている。また、地磁気擾乱時には、TIDに加え、赤道で発生したプラズマバブルとよばれる電離圏擾乱が日本にまで到達することがある。本研究では、これらの電離圏擾乱の特性と、電離圏擾乱がGNSS測位に与える影響を調べる。

5. 研究の結果および考察

2024年5月11日2時UTにDst指数が最小値 -412 nTとなる磁気嵐が発生した。この磁気嵐は、過去20年間で最も強力な磁気嵐の一つであり、低緯度および中緯度の電離圏に著しい電離圏擾乱をもたらした¹⁾。本研究では、日本国内のGNSS観測網GEONET(GNSS Earth Observation Network System)のデータを用い、測位誤差、全電子数(Total Electron Content; TEC)、およびTEC変動率(Rate of TEC Index; ROTI)を計算した。

日本全土の2024年5月8日～11日の測位誤差を調査した。GEONETの各受信機において、受信機間距離が20-30km程度になる組合せでキネマティック測位を行い、

各場所における測位誤差を調べた。図 1 に、2024 年 5 月 11 日の(左)北海道稚内市(受信機 0001-P201)、(中)愛知県豊田市(受信機 0061-0293)、(右)鹿児島県鹿児島市(受信機 0721-0722) でキネマティック測位をしたときの測位誤差(上)と ROTI(下)の時系列を示す。ROTI が増大したときに測位誤差が大きくなっていることが分かる。この ROTI の増大は、プラズマバブル内部の電子密度擾乱によるものと考えられることから、日本に到達したプラズマバブルによって測位誤差が増大したと言える。

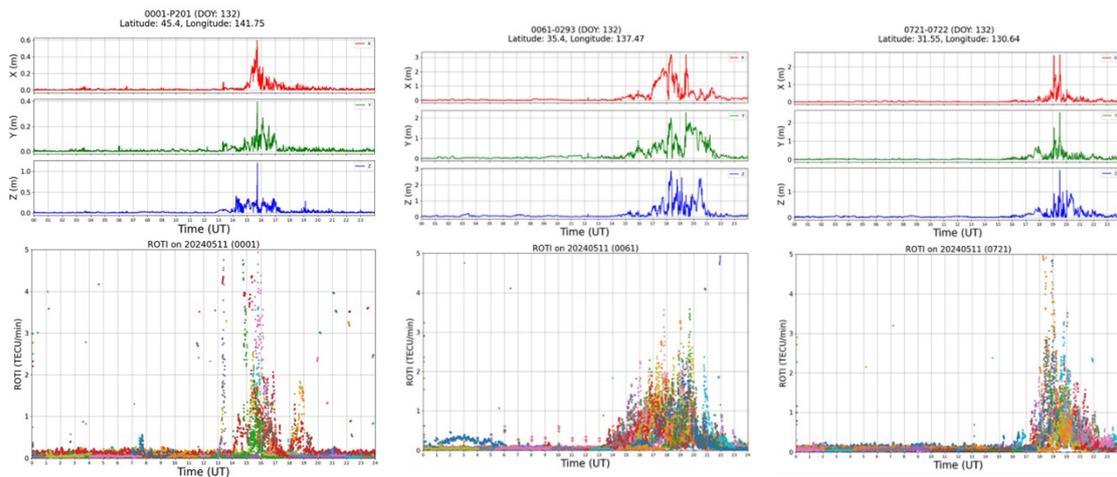


図 1: 2024 年 5 月 11 日の(左)北海道稚内市(受信機 0001-P201)、(中)愛知県豊田市(受信機 0061-0293)、(右)鹿児島県鹿児島市(受信機 0721-0722) でキネマティック測位をしたときの X, Y, Z 方向それぞれの測位誤差(上)と ROTI(下)の時系列。

6. 引用文献

- 1) Sun, W., Li, G., Zhao, B., Zhang, S.-R., Otsuka, Y., Hu, L., et al. (2024). Midlatitude plasma blob-like structures along with super equatorial plasma bubbles during the May 2024 great geomagnetic storm. *Geophysical Research Letters*, 51, e2024GL111638. <https://doi.org/10.1029/2024GL111638>

7. 付記

本研究の成果について、下記の発表を行った。

Yuichi Otsuka 他 7 名, Northwestward Extension of Total Electron Content Enhancement and Irregularities Over Japan During a Magnetic Storm on May 2024, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU radar, 宇治市(ハイブリッド), 2024 年 11 月 18-21 日.

大塚雄一 他 7 名, 2024 年 5 月の磁気嵐中に日本で観測された全電子数増大及び電子密度擾乱, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 国立極地研究所(ハイブリッド), 2024 年 11 月 23-27 日.

持続可能な社会と租税政策

1. 研究組織

代表者氏名：河瀬 豊（神戸学院大学 経営学部）

共同研究者：西村耕司（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション4：循環材料・環境共生システム

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

今年度は、政策評価の対象となる研究開発費税制の有効性に関する研究¹⁾と、政策評価の対象とはならないが重要な租税政策の帰結に関する研究²⁾を行った。

(1) 研究開発費税制の有効性について、当該制度の有効性の検証と政策評価の妥当性について検討した。

(2) 住宅ローン控除制度について、河瀬（2023）において大阪府内の中古戸建住宅市場を分析したところ、税額控除対象物件の価格が、非対象物件よりも高い価格が付けられていることが確認されている。本年度の研究では兵庫県内の中古マンション市場を対象に分析を行い、地域と物件タイプを超えて一貫した結果が得られるかを確認した。

4. 研究の背景と目的

持続可能な社会の実現には国家による包括的な政策と適切な運用が必要だが、現状では評価体制が整備されていない。政策評価制度は存在するものの、対象が一部の政策に限られ、結果が政策改善に十分反映されていない点が課題である。持続可能な社会を支えるためには、政策全体を効率的に支援する社会システムの構築が不可欠である。

本研究は、特に租税政策に着目し、合理的な政策評価システムの構築を目指す。税制は国家財政の基盤であると同時に、環境保全や経済活性化といった社会的課題の解決手段でもある。しかし、政策目標達成において財源確保などの理由で増税に偏りがちな現状がある。例えば、CO2削減を目的としたガソリン税が有効なら継続は正当化される。効果がなければ負担軽減が求められるべきであるが、現実には増税圧力が働く傾向がある。こうした課題に対応するため、租税政策の効果を科学的に評価するシステムを提案し、政策形成と運用の改善を図ることを目的とする。

5. 研究の結果および考察

(1) 研究開発費税制により、政策評価書では研究開発支出が押し上げられているとされ

ているが、本研究では、一定条件下では増加が確認されたものの、一般的な有効性は認められなかった。また、当時、大西・永田（2010）が総額型研究開発費税制の有効性に否定的な実証結果を示したにもかかわらず、政策評価書で Kasahara et al.（2011）が発表した当該税制の有効性を肯定する趣旨のディスカッションペーパーが長年にわたって引用され続けている点を指摘した。さらに、政策目的と立法趣旨の不一致があるため、これらを一致させることが健全な政策評価の運用には必要であることを示した。

(2) 住宅ローン控除制度に関する研究では、兵庫県の中古マンション市場においても、税額控除対象物件が非対象物件よりも約 5.5%高い価格で売り出されていることが確認された。この結果は、当該税制による影響が地域や物件タイプを超えて同様の傾向が存在する可能性を示している。当該制度の目的は住宅購入者を資金的に補助することにより、持ち家を促進することにあると考えられるが、実際には住宅購入者より、むしろ、販売・売却者が制度の恩恵を受けている可能性が高いことが示唆された。

これらの結果から、政策評価を適切に運営することの重要性が確認された。また、本研究により、政策評価の対象外となっている制度についても有効性を評価し、次の政策立案に活用するための制度構築が必要であると提言する。

6. 今後の展開

持続可能な社会を実現するには、技術の進歩だけでなく、制度設計の継続的な改善が不可欠である。今後の研究では、実効性のある政策評価の枠組みを構築することを目指す。例えば、住宅ローン控除制度について、地域ごとの市場構造の違いを考慮し、空間計量経済学や推定ベイズモデルを用いた分析を行うことで、制度の有効性をより精緻に検証する。また、環境関連税制や各種規制の効果を評価し、持続可能な社会を実現する制度とは何かを検討することで、税制の目的と実際の効果のギャップを明確にする。さらに、政策評価における新たな有効性の検証方法を開発し、税制を持続可能な社会のデザインツールとして活用するための理論的枠組みを構築する。これにより、税制が単なる財源確保の手段だけではなく、経済、社会、環境の相互作用を促進する制度として機能することを示し、政策形成への貢献を目指す。

7. 引用文献

- 1) 河瀬豊（2025a）「総額型研究開発税制が研究開発費の促進に与える影響」『日本評価研究』日本評価学会，25(1):109-122.
- 2) 河瀬豊（2025b）「住宅ローン控除制度が不動産価格に与える影響」*SSRN Working Paper Series* 5123684.
- 3) 河瀬豊（2023）「伏在税の推計」『会計プロGRESS』23: 59-71.
- 4) 大西宏一郎・永田晃也（2010）「研究開発優遇税制は企業の研究開発投資を増加させるのか」、『研究技術計画』、24(4):400-412
- 5) Kasahara, H., Shimotsu, K. and Suzuki, M. (2011). How Much Do R&D Tax Credits Affect R&D Expenditures? , *RIETI Discussion Paper Series*, 11-E-072.

8. 付記 なし

高沸点溶媒を用いたバイオマスリファイナリーにおける リグニンの反応機構

1. 研究組織

代表者氏名：岸本崇生（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：西村裕志（京都大学 生存圏研究所）

Qu Chen（東北大学 高等材料科学研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

1,4-ブタンジオールなどの高沸点溶媒を用いた木質バイオマスの成分分離過程（バイオマスリファイナリー）にともなう、リグニンの構造変化やその反応機構を明らかにする。リグニンの主要構造である β -O-4構造をもつ2量体モデル化合物を用いて、反応生成物の単離同定を行う。さらに、分解反応の反応速度を測定し、 β -O-4結合の開裂機構を明らかにする。

4. 研究の背景と目的

1,4-ブタンジオールなどの高沸点有機溶媒を用いたソルベントパルプ化（オルガノソルブパルプ化、木質バイオマスの成分分離法）では、広葉樹だけでなく針葉樹のパルプ化も可能であり、溶媒を繰り返し利用できることやリグニンの回収が容易であることなど、様々な利点がある¹⁾。また、アルカリパルプ化と比べリグニンの変性が比較的少ないため、セルロースだけでなくリグニンの利用にも適したバイオマス成分分離法といえる。さらに、高沸点有機溶媒を用いたパルプ化で得られる低分子リグニンには、抗HIVウイルス活性があることもこれまでに報告している²⁾。

本研究では、リグニンの主要構造である β -O-4構造を持つリグニンモデル化合物を高沸点溶媒パルプ化の条件で反応させ、リグニンの芳香核の違いが、反応生成物や、反応速度、活性化エネルギー、反応機構などに与える影響について検討する。これらを通じて、バイオマス成分の分離過程にともなう、リグニンの構造変化やその反応機構を明らかにすることを目的とする。本研究のテーマは、木質バイオマスの成分分離とリグニンの有用物質への変換による脱化石資源を通じた循環型社会の構築を目指すものであり、生存圏科学と密接に結びついている。

5. 研究の結果および考察

リグニンの主要構造である β -O-4 構造をもつ 2 量体モデル化合物は、すでに報告している図 1 のルートにより合成することができる。アセトフェノン誘導体を出発物質として、 γ 炭素の導入、臭素化、 β -エーテル化、還元処理、脱ベンジル化により、針葉樹タイプの、guaiacyl-glycerol β -guaiacyl ether (GG, **1**) に加え、広葉樹タイプの syringyl-glycerol β -syringyl ether (SS, **2**) や、その混合タイプの SG タイプ (**3**)、GS タイプ (**4**) の 4 種の β -O-4 型 2 量体モデル化合物を合成した(図 1)。

これまでの GG タイプのモデル化合物を用いた検討結果から、フェノール性の β -O-4 構造は、脱水反応によるキノンメチド中間体の生成と、キノンメチド中間体のホモリシス開裂により、ケイ皮アルコール類の生成を伴う低分子化反応とそれらの生成物の再重合が進行すると考えている(図 2)。これをさらに確認するために、SS タイプのモデル化合物を反応させたところ、2,4-ジメトキシフェノールやシナピルアルコール、シナピルアルデヒド、シリンガレジノールなどの β -O-4 結合のホモリシス開裂を支持する反応生成物が得られた。

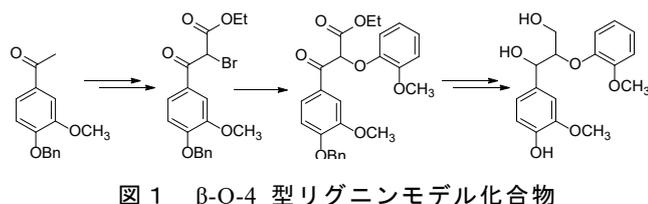


図 1 β -O-4 型リグニンモデル化合物

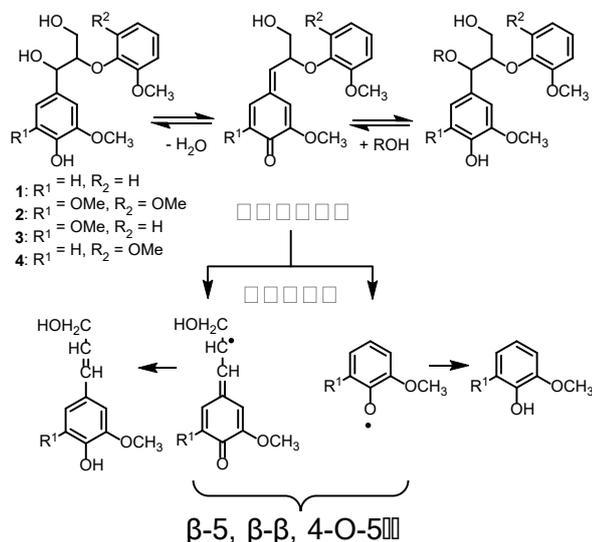


図 2 β -O-4 型リグニンモデル化合物とそのホモリシス

6. 今後の展開

モデル化合物の分解反応の活性化エネルギーや、ホモリシスの結合解離エネルギーの計算値との比較などにより、脱水反応とホモリシスのどちらの段階が律速段階かを明らかにする。また、分解物の再重合を抑制する反応条件や添加剤を検討する。

7. 引用文献

- 1) Kishimoto, T., Sano, Y. Delignification mechanism during high-boiling solvent pulping. Part 1. Reaction of guaiacylglycerol- β -guaiacyl ether, *Holzforchung*, **55**, 611—616, 2001.
- 2) Mitsuhashi, S., Kishimoto, T. et al. Low molecular weight lignin suppresses activation of NF- κ B and HIV-1 promoter, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, **16**, 2645—2650, 2008.

イネ科植物に特有のリグニン部分構造獲得の起源と 分子機構に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：木村ゆり（山形大学 農学部）

共同研究者：飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

木質バイオマスの主要成分であるリグニンは、化石資源に代わる芳香族系材料や化成品の供給原料として期待されている。しかし、リグニンの複雑多様な化学構造が、その有効利用を阻害する主要因となっている。イネ科植物は、その成長速度の速さから木質バイオマス原料植物として大きな期待を集めているが、とりわけ複雑なリグニン構造を有している点が課題である。リグニンの利用価値の向上には代謝工学を用いたリグニンの化学構造制御が有効と考えられるが、そのためにはリグニン構造の植物種間差を生み出す分子機構の理解が不可欠である。本研究では、イネ科植物のリグニン構造に着目し、近縁種との比較を通して、その多様性を調査する。さらに、分子系統樹に基づいた生化学実験を組み合わせることで、イネ科植物におけるリグニン生合成の進化機構を明らかにすることを目指す。

4. 研究の背景と目的

リグニンは、二次細胞壁を構成する芳香族ポリマーであり、植物の支持機能や水分通道という必要不可欠な役割を担うが、その構造は植物種間で大きく異なる。被子植物のリグニンは、G型およびS型モノリグノールの重合により形成されるG/S型リグニンからなる。一方で、イネ科植物をはじめとする特定の植物は、G/S型リグニンに加え、芳香族カルボン酸によりアシル化修飾されたリグニン構造を有する。このアシル化リグニンは、アシル基により修飾されたモノリグノールの重合により形成される(図1a)。アシル基の種類においては、イネ科植物では*p*-クマル酸(*p*CA)がほとんどであるが、イネ科植物に近縁のヤシにおいては*p*CAに加え、*p*-ヒドロキシ安息香酸(*p*HB)など複数種が混在していることが知られている(図1b)¹⁾。これは進化の過程でのアシル化リグニン形成に関わる酵素群の基質特異性の変化に起因すると予想されるが、その詳細は不明である。本研究では、イネ科近縁種におけるアシル基の多様性の背景にある分子メカニズムの解明を目的としている。

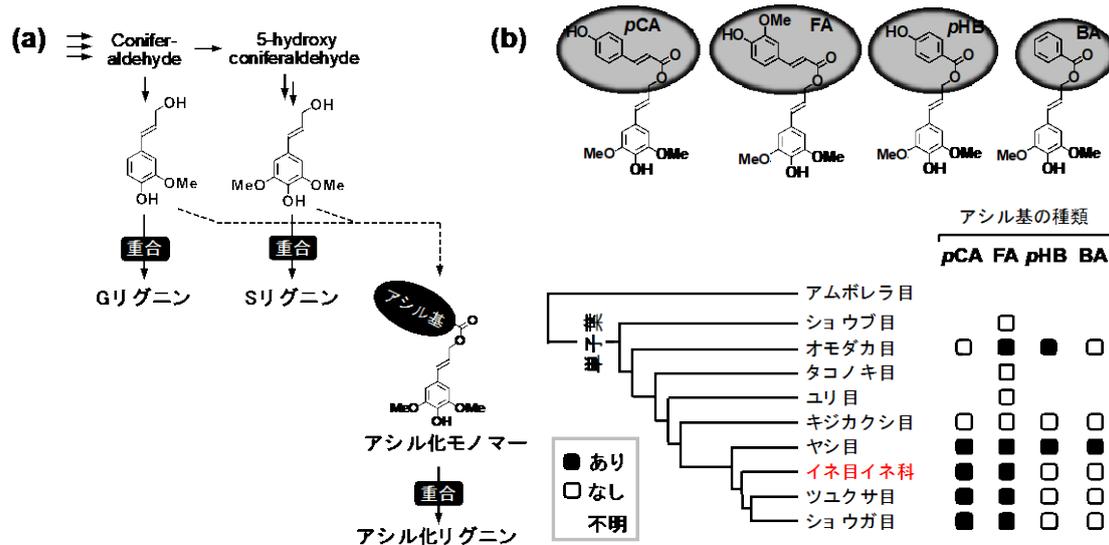


図1：アシル化リグニン生合成経路の概略 (a) とアシル化の種類および分布 (b)

5. 研究の結果および考察

イネ科植物に近縁の植物群について、リグニンを含む二次細胞壁に結合したアシル基の分布解析を行ったところ、ヤシ科と近縁のバショウ科やカヤツリグサ科の植物において多様なアシル化修飾構造が存在することが明らかとなった。続いて、ゲノム解読済みの単子葉植物に加え、ごく最近解読されたイネ科祖先種のゲノム情報²⁾を活用し、アシル化リグニン形成に関わる遺伝子について、大規模な分子系統樹を作成した。その結果、多様なアシル化構造への関連が予想される遺伝子の重複パターンが見出された。この結果を踏まえ、イネ科植物およびイネ科近縁種由来のアシル化リグニン生合成酵素の特性の比較解析を行うこととした。これまでに、イネ科近縁種におけるアシル化リグニン生合成酵素ホモログの遺伝子クローニングを行った。今後は、得られた遺伝子を用いて基質特異性の違いを解析していく。

6. 今後の展開

本研究を通じて多様なリグニン構造が生み出される分子メカニズムが解明できれば、代謝工学を通じたリグニンの利用価値向上へと展開することが期待される。

7. 引用文献

- 1) Karlen, S.D., Smith, R.A., Kim, H., Padmakshan, D., Bartuce, A., Mobley, J.K., Free, H.C.A., Smith, B.G., Harris, P.J., Ralph, J. Highly Decorated Lignins in Leaf Tissues of the Canary Island Date Palm *Phoenix canariensis*. *Plant Physiology*, **175**, 1058–1067, 2017.
- 2) Takeda-Kimura, Y., Moore, B., Holden, S., Deb, S.K., Barrett, M., Lorence, D., de Oliveira, M.V.V., Grimwood, J., Williams, M., Boston, L.B., Jenkins, J., Plott, C., Shu, S., Barry, K., Goodstein, D.M., Schmutz, J., Moscou, M.J., McKain, M.R., Leebens-Mack, J.H., Maeda, H.A., Genomes of Poaceae sisters reveal key metabolic innovations preceding the evolution of grasses. bioRxiv. doi: <https://doi.org/10.1101/2024.11.06.622220>, 2024.

ため池が温室効果ガス動態を通じて 地域の炭素循環に果たす役割の解明

1. 研究組織

代表者氏名：坂部綾香（京都大学 農学研究科）

共同研究者：伊藤雅之（京都大学 生存圏研究所）

高橋けんし（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

ため池は農業用水の供給源、希少生物の生息場所、雨水貯留による洪水被害の軽減、レクリエーションの場といった様々な生態系サービスが期待される。しかし、ため池における物質循環が炭素循環に果たす役割はこれまで注目されてこなかった。本研究の目的は、農業という人間活動によって造成される「ため池」が、温室効果ガスであるメタンの放出源として地域の炭素循環に果たす役割を明らかにすることである。微気象学的手法である渦相関法は、風上方向に数百メートル程の範囲を対象として、地表面と大気間のガス交換量を 30 分毎に連続して評価することができる。本研究は、兵庫県加古川市に位置するため池（布池）において、渦相関法によるメタンガス交換量と環境要因の観測を行い、メタン放出量の評価と排出量削減に向けてその制御要因の解明に取り組んだ。

4. 研究の背景と目的

水圏生態系からのメタン放出量は、全球のメタン放出量の 53%に寄与すると推定されている（Rosentreter et al., 2021）。しかし、ボトムアップ法によるメタン放出量の推定は、観測の不足により未だ不確実性が大きい。特に面積の小さな池は、全球のメタン放出量の推定において考慮に入られていないが、小さな池は浅く、池底の嫌気的な環境で生成されたメタンが水中であまり酸化されずに池表層へと輸送され、大気へのメタン放出量が大きくなることが報告されている（Holgerson and Raymond, 2016）。瀬戸内の少雨地域にはため池が多く分布している。そのような池の多くは浅く富栄養であり、メタン放出量が大きいと考えられるが、渦相関法によりメタンガス交換量が実測された研究例はない。

本研究では、兵庫県加古川市に位置する布池において、3年間にわたる渦相関法によるメタンガス交換量の観測、気温、降水量、放射エネルギー量、気圧といった各種気象の観測、池底層から池表層にかけて3深度の水温と溶存酸素濃度、水位の観

測を行った。自然界の湖沼と比較して、ため池は生活圏に密接して存在し、人為的な要因によって水質、貯水量が変化しやすいという特徴がある。例えば、人為的な水位調節は池内の嫌気的エリアを変化させ、メタン放出量に影響する可能性がある。メタン放出量の制御要因の解明から、メタン放出量の削減に向けた池の管理方法について提言することを目的とした。

5. 研究の結果および考察

農閑期である10月頃に排水が行われ、春先に水位が再び上昇し始め、農繁期の水深は約1.6 mであった。メタン放出量は春先から徐々に増加し始め、水温の上昇に応じて、指数関数的にメタン放出量が増加した。春先には、溶存酸素濃度に明瞭な深度勾配が見られなかったが、夏から秋にかけては、表層に比べて底層で溶存酸素濃度が低かったことから、底層の嫌気的環境下で、水温の上昇に応じてメタン生成菌による活動が活発になった結果、夏のメタン放出量が増加したと考えられた。秋に気温と水位が低下するにつれてメタン放出量は減少し、農閑期のメタン放出量はほぼゼロであった。

布池からのメタン放出量は、水温と水位によって制御されていた。水位の高い夏から秋にかけては、温度に対して指数関数的な放出量の増加がみられ、夏のメタン放出量は、他の水圏生態系と比較しても大きく、ため池が重要なメタン放出源であることが示された。また、秋に排水を行うことは、池底での嫌気的環境を解消し、翌春のメタン放出量が抑制されることが示された。

6. 今後の展開

本研究により、小規模なため池が重要なメタンの放出源であることが示された。水圏生態系からのメタン放出量は、富栄養化や温暖化といった人為的かく乱によって今後の更なる増加が危惧されるため、今後も観測を継続したい。

7. 引用文献

- 1) Rosentreter, J. A., Borges, A. V., Deemer, B. R. et al., Half of global methane emissions come from highly variable aquatic ecosystem sources, *Nature Geoscience*, **14**, 225-230, 2021
- 2) Holgerson, M. and Raymond, P. A. Large contribution to inland water CO₂ and CH₄ emissions from very small ponds, *Nature Geosciences*, **9**, 222-228, 2016.

8. 付記

本課題に関連して、以下の学会発表が行われた。

- 1) Ayaka Sakabe, Masayuki Itoh, Yoshiko Kosugi (2024) “Seasonal changes in methane emission from an agricultural pond with controlled water level”, Japan Geoscience Union Meeting 2024, Poster presentation, May 31 2024.

窒素欠乏ストレス下におけるニコチンの 『植物-土壌フィードバック』効果の検証

1. 研究組織

代表者氏名：島崎智久（北海道大学 理学研究院）

共同研究者：杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

植物は多種多様な二次代謝産物を生産することで、病原菌や病害虫などの生物的、乾燥や強光などの非生物的環境ストレスを緩和し、変化する周囲の環境に適応する。近年、こうした環境ストレスに対する直接的な機能に加え、根から分泌された二次代謝産物によって、宿主植物のストレスを緩和する効果を持った根圏細菌叢が形成される、『植物-土壌フィードバック』と呼ばれる現象が注目されている。本研究では、この微生物機能を活用した持続可能な農業生産への応用に向け、ナス科のモデル植物であるタバコ(*Nicotiana tabacum*)を用いた『植物-土壌フィードバック』の分子メカニズムの解明を目的とした。

4. 研究の背景と目的

植物の根やそのごく近傍の土壌領域「根圏」には、様々な微生物種で構成された根圏微生物コミュニティが形成される。根圏微生物コミュニティは生育の促進や、病害抵抗性の付与など、宿主植物の成長において重要な役割を担うことから、化学肥料や農薬の使用を低減した持続可能な農業開発への応用が期待されている。

タバコが生産する毒性アルカロイドであるニコチンは、主にタバコ地上部に蓄積し、病害虫に対する化学防御物質としての機能が知られているが、根圏にも分泌されることから、土壌細菌との相互作用において何らかの機能を有することが示唆されてきた。そこで、タバコ根圏におけるニコチンの土壌微生物との相互作用における機能解析を進めてきた¹⁾。その過程で、窒素欠乏ストレス下で栽培したタバコにおいて、ニコチンの生合成量が増加することを見出した。これまでに地上部における障害応答によってニコチン生合成が増強されることは知られていたものの、土壌窒素栄養状態がニコチン生合成に及ぼす影響はこれまで明らかになっておらず、新規のニコチン制御系の存在およびニコチンの生理学的な機能を示唆する結果である。しかし、根から分泌されたニコチンの根圏細菌叢形成に及ぼす影響や、

形成された細菌叢の機能は依然多くが未解明である。そこで本研究では、『植物-土壌フィードバック』に注目し、窒素欠乏環境下で形成されたタバコ根細菌叢の機能解析を行うことで、窒素栄養依存的なニコチン生合成制御の生理学的意義を探究するとともに、実際の作物栽培への応用を見据えた検証を行う。

5. 研究の結果および考察

土壌窒素環境がタバコのニコチン生合成に及ぼす影響を明らかにするため、異なる窒素条件で栽培したタバコのニコチン含量を測定したところ、根および葉において低窒素条件において高いニコチンの蓄積が認められた。また、トランスクリプトーム解析においても、ニコチン生合成遺伝子の低窒素条件での発現上昇が確認された。

次に、低窒素環境下で生産されたニコチンのタバコ根圏細菌叢への影響を明らかにするため、16S rRNA アンプリコン解析による細菌叢解析を行なったところ、窒素条件に応じて異なる根圏細菌叢が形成されることが明らかになった。さらに、低窒素条件において宿主植物の窒素吸収を促進することが報告されている細菌種の存在量が増加していることが明らかになった。現在、タバコ根から根圏の単離を進めており、その窒素欠乏ストレスの緩和効果を検証する。

6. 今後の展開

ニコチン生合成遺伝子群の発現制御に関わる転写因子のノックアウト変異体を用いた細菌叢解析を行うことで、窒素条件依存的な根圏細菌叢形成における、ニコチンの影響を明らかにする。また、低窒素環境で育てたタバコの根から根圏細菌を単離し、種同定を行う。個々の単離菌や細菌叢ネットワーク解析を元にデザインした Synthetic Community (SynCom) をタバコに接種し、その窒素欠乏ストレスの緩和効果を検証する。

7. 引用文献

- 1) Shimasaki T, Masuda S, Garrido-Oter R et al. Tobacco root endophytic arthrobacter harbors genomic features enabling the catabolism of host-specific plant specialized metabolites. *mBio* 2021;12:e0084621. <https://doi.org/10.1128/mBio.00846-21>

8. 付記

本課題に関連して、以下の学会発表を行なった。

- 1) 島崎 智久, 大熊 直生, 能勢 結衣, 熊石 妃恵, 庄司 翼, 矢崎 一史, 杉山 暁史, 市橋 泰範 (2023) 植物マイクロバイオータによる傷害応答シグナル伝達の干渉. 日本植物学会 第 87 回大会, 札幌 (口頭発表、査読なし)

シコニン生合成のナフトレン環形成ステップにおける 生合成中間体の探索

1. 研究組織

代表者氏名：庄司 翼（富山大学 和漢医薬学総合研究所）

共同研究者：杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）

矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）

中西浩平（富山大学 和漢医薬学総合研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

植物が生産する代謝産物は、医薬品や機能性食品、嗜好品などとして人々の生活に密接に関わっている。薬用植物ムラサキが生産する生理活性物質のシコニンは、医薬品や天然色素として利用されている。これまでに多くの生合成遺伝子が同定されているが、ナフトレン環形成に関する知見は乏しい。本研究では、シコニン生合成のブラックボックスであるナフトレン環形成ステップの解明を目的に、先行研究により見出された候補遺伝子の機能解析を行なった。またゲノム編集毛状根を用いた代謝物解析により、変動・蓄積する代謝物から新規生合成中間体を探索した。

4. 研究の背景と目的

薬用植物ムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon*) は、赤色のナフトキノン誘導体であるシコニンを根特異的に生産、蓄積する。シコニンは多様な薬理活性を示すことから医薬品として利用されている。また着物や繊維の染料としてもアジアの歴史文化に深く関わっている。しかしながら、気候変動や植物病原性ウイルスの蔓延などによりムラサキの個体数は激減し、現在は我が国の絶滅危惧種に指定されている¹⁾。天然資源に依存しない持続可能な生産利用は喫緊の課題であり、代謝工学による安定生産系の確立には生合成経路の解明が重要である。近年、ムラサキのゲノムデータが公開されたことを皮切りに複数の生合成遺伝子が新たに同定された^{2, 3)}。一方、3"-ヒドロキシゲラニルヒドロキノンからデオキシシコニンに至るナフトレン環形成ステップに関わる酵素遺伝子および生合成中間体は完全未解明である。我々はこれまでに、このステップに関与する有力候補として遺伝子Xを見出してきた。そこで本研究では、遺伝子Xを標的としたゲノム編集毛状根を作製し、シコニン生産への影響を解析した。また、シコニン生産の有意な減少が見られたラインについて代謝プロファイルを網羅的に解析し、新規生合成中間体の同定を目指した。

5. 研究の結果および考察

ナフトレン環形成ステップに関わる有力な候補遺伝子として見出された遺伝子 *X1* および遺伝子 *X2* を、それぞれゲノム編集により機能喪失した毛状根を作製し、HPLCによりその代謝物解析を行なった。その結果、遺伝子 *X1* の機能喪失によりシコニン生産量が有意に減少した。一方、遺伝子 *X2* はライン間のばらつきが多く有意差が得られなかった。そこで、遺伝子 *X1* のゲノム編集毛状根について、その他の代謝物への影響を解析した。まず、シコニンと同様に最終産物として蓄積するエキノフラン類、カフェー酸誘導体（リトスペルミン酸 B、ロスマリン酸）の生産量に有意な変化は認められなかった。これらの結果から、遺伝子 *X1* がシコニン生産に特異的な関連遺伝子であることが示唆された。次に、遺伝子 *X1* が関与する生合成ステップを明らかにすべく、顕著に変動・蓄積する生合成中間体を探索した。その結果、遺伝子 *X1* のゲノム編集毛状根（3 ライン）に共通して、ベクターコントロールよりも増大したピークが見られた。本ピークは、遺伝子 *X1* の基質である可能性が高く、現在定性可能なシコニン代謝関連化合物群のピークと異なる保持時間であることから、新規生合成中間体である可能性を有する。

6. 今後の展開

候補遺伝子である遺伝子 *X1* のゲノム編集毛状根の代謝物解析において、遺伝子 *X1* の機能喪失によって増加する化合物が見出された。しかしながら、その同定には至っていない。今後は LC-MS を用いた質量分析から分子量を決定し、低分子データ解析ツールである compound discoverer を利用することで、本化合物の構造解析を行う予定である。シコニンをはじめとする植物のナフトキノン誘導体は多様な生理活性を示すことから、医薬品や化粧品、機能材料などとして幅広く応用されている⁴⁾。植物のナフトキノン誘導体の生合成経路において核となるナフトレン環形成ステップの解明を目指す本研究は、持続可能な有用物質生産への応用が期待される。

7. 引用文献

- 1) Ito, E., Munakata, R., Yazaki, K., Gromwell, a purple link between traditional Japanese culture and plant science, *Plant Cell Physiol.*, **64**, 567-570, 2023
- 2) Auber, RP., Suttiyut, T., McCoy, RM., Ghaste, M., Crook, JW., Pendleton AL., Widhalm, JR., Wisecaver JH., Hybrid de novo genome assembly of red gromwell (*Lithospermum erythrorhizon*) reveals evolutionary insight into shikonin biosynthesis, *Hortic. Res.*, **7**, 82, 2020
- 3) Nakanishi, K., Li, H., Ichino, T., Tatsumi, K., Osakabe, K., Watanabe, B., Shimomura, K., Yazaki, K., Peroxisomal 4-coumaroyl-CoA ligases participate in shikonin production in *Lithospermum erythrorhizon*, *Plant Physiol.*, **195**, 2843-2859, 2024
- 4) Widhalm, JR., Rhodes, D., Biosynthesis and molecular actions of specialized 1,4-naphthoquinone natural products produced by horticultural plants, *Hortic. Res.*, **3**, 16046, 2016

コケ植物ゼニゴケの生殖組織における 細胞外ポリマーの生理学的意義の解明

1. 研究組織

代表者氏名：異 奏（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：梶川昌孝（近畿大学 生物理工学部）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

細胞外ポリマーは陸上植物が共通に有する脂肪酸や芳香族化合物が重合した生体高分子である。本研究では雌雄異株の植物であるコケ植物ゼニゴケ (*Marchantia polymorpha*) をモデルに細胞外ポリマーの生合成酵素 MpCYP704 の機能解析を通じて、コケ植物の有性生殖における ω -ヒドロキシ脂肪酸ひいては細胞外ポリマーの生理学的意義を明らかにする。

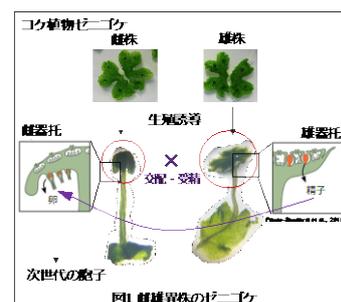
4. 研究の背景と目的

約 5 億年前に水中から陸上に進出した祖先植物は紫外線や乾燥から自分自身を保護する必要に迫られ細胞外ポリマーを分泌する能力を獲得した。現生の被子植物シロイヌナズナは最外層の表面、根の内部、花粉、二次細胞壁に細胞外ポリマーとしてクチン、スベリン、スポロポレニン、リグニンをそれぞれ蓄積する。近年の研究から陸上植物のより基部で分岐したコケ植物も細胞外ポリマーを有すること、その生合成経路の中核は陸上植物間で保存されていることが示された^{1,2)}。しかし、シロイヌナズナ以外の各植物における細胞外ポリマーの化学構造や生理学的意義は明らかでない。進化の履歴が異なる植物種の細胞外ポリマーの機能とその生合成の分子機構を明らかにすることは植物の進化と代謝戦略を紐解くことに繋がる。本研究ではゼニゴケの生殖組織における細胞外ポリマーの生理学的意義を明らかにすることを旨として、細胞外ポリマー生合成酵素 CYP704 に着目し、生殖器托におけるその機能の解明を目的とした。

5. 研究の結果および考察

ゼニゴケ生殖器托の脂質解析

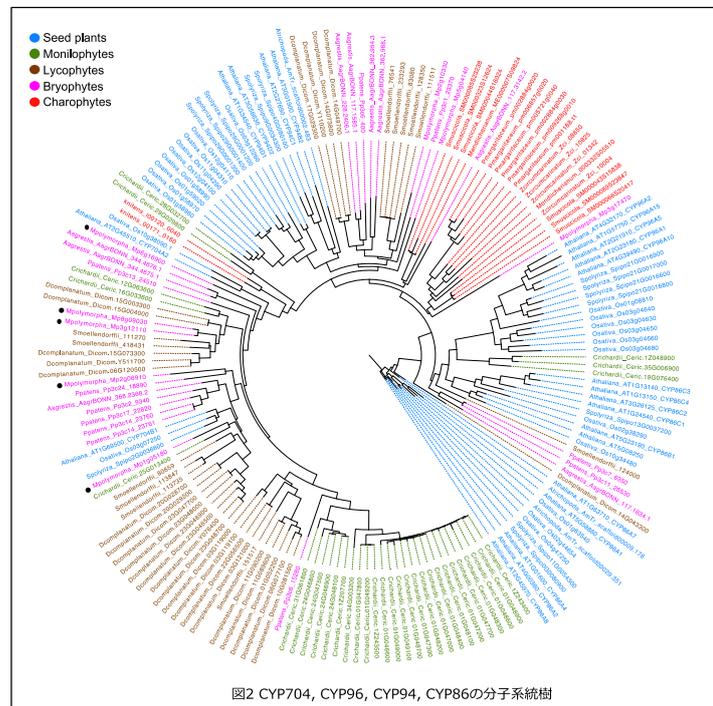
ゼニゴケは雌の生殖器官と雄の生殖器官を別個体の植物で持つ雌雄異株の植物である(図 1)。両生殖組織に含



まれる脂質を解析したところ、雌器托では他の組織に比して CYP704 の予測生成物である ω -ヒドロキシ脂肪酸が有意に多く含まれることがわかった。

CYP704 の分子系統樹解析

ゼニゴケを含む 15 の緑色植物種から CYP704 とその近縁クレードである CYP94, CYP86, CYP96 のホモログを探索し、最尤法により分子系統樹を作成した。その結果、1) コケ植物、小葉植物、大葉植物、種子植物それぞれのモデル種が CYP704 ホモログを有していたことから CYP704 遺伝子の存在は陸上植物に保存されていること、2)ゼニゴケは 5 つの CYP704 遺伝子を持つことが示唆された (図 2)。



MpCYP704 の酵素活性試験

次に MpCYP704 が ω -ヒドロキシ脂肪酸の生成に関与するか、その酵素機能を検証する。方法として、MpCYP704 を形質転換により導入した出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) に当該タンパク質を発現させ、膜画分であるマイクロソームを精製した。現在は酵素活性試験を行っており、その結果をあわせて発表する。

6. 今後の展開

ゼニゴケの栄養組織 (葉状体) と生殖組織 (雌器托、雄器托) の細胞外ポリマーの化学構造および組成を GC-MS/MS により明らかにする。さらに候補遺伝子を欠損したゼニゴケ変異体の生殖器托の形成や次世代の稔性を解析し、 ω -ヒドロキシ脂肪酸ならびに MpCYP704 の生理学的な機能を解明する。

7. 引用文献

- Renault H, Alber A, Horst NA, Basilio Lopes A, Fich EA, Kriegshausen L, Wiedemann G, Ullmann P, Herrgott L, Erhardt M, Pineau E, Ehltling J, Schmitt M, Rose JK, Reski R, Werck-Reichhart D. A phenol-enriched cuticle is ancestral to lignin evolution in land plants. *Nat Commun.* 8:14713. 2017.
- Knosp S, Kriegshausen L, Tatsumi K, Malherbe L, Erhardt M, Wiedemann G, Bakan B, Kohchi T, Reski R, Renault H. An ancient role for CYP73 monooxygenases in phenylpropanoid biosynthesis and embryophyte development. *EMBO J.* 43:4092-4109. 2024.

木質材料創製のための前処理としての木材褐色腐朽の可能性 (2)

1. 研究組織

代表者氏名：田鶴寿弥子（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：Yuna Kan（南京林業大学）

今井友也（京都大学 生存圏研究所）

Shengcheng Zhai（南京林業大学）

2. 関連ミッション

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション4：循環材料・環境共生システム

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

木材腐朽菌の一種である褐色腐朽菌はセルロースを優先的に分解することが知られており、著しい化学成分の変化と構造の変化を伴う。本提案では、木質材料作製の前処理として褐色腐朽を利用する材料開発研究への展開を目指し、褐色腐朽菌による木材の組織・細胞壁構造および化学成分変化を詳細に解明する。

4. 研究の背景と目的

安心安全な持続可能社会を構築するための重要な要素として、本提案では材料に着目する。石油資源の枯渇はいずれ起こると考えると、石油ナフサを出発とする材料は全て別の資源を出発とする材料に代替すべく技術変革が必須となる。木質資源はその再生可能という性質から、石油資源を代替できる大変魅力的で有望な資源であり、その有効利用がますます必要となる。建材や紙・パルプとして現在も利用されている成熟した技術・製品利用が今後も重要であることは疑いないが、一方で、木質資源の使い方をより一層広めていくためには、今までとは全く異なる設計思想による材料開発も重要である。

そこで新規の木質資源の利用方法として、褐色腐朽菌を前処理に採用した方法について検討を行う。褐色腐朽菌は木材腐朽菌のタイプであり、セルロースやヘミセルロースなど多糖を優先的に分解するため、腐朽の後期では木材中のリグニン含量は高くなる。本課題の共同研究者である Zhai 博士（南京林業大学）は、この褐色腐朽を受けた高リグニン木材を材料へと転換する処方を提案しているが[1, 2]、その材料物性安定化のためには腐朽の程度を制御する必要がある。そこで褐色腐朽菌による木材の微細構造および化学成分変化を詳細に分析し、木材の褐色腐朽を精密に解明する。

5. 研究の結果および考察

顕微 FTIR で褐色腐朽材の測定を行ったところ、ヘミセルロースの減少は、早材では腐朽初期から顕著に認められ、晩材では 10 週以降から加速していく様子が認められ

た。18 週間には早材はほぼリグニンのみになっていることが示唆された。また広角 X 線回折 (WAXD) および小角 X 線散乱 (SAXS) の結果から、早材でより顕著なセルロースのシグナルの減少が認められ、早材と晩材で分解強度が明らかに異なることが示された。また 200 回折の半価幅からセルロースの結晶幅を評価したところ、腐朽中期までは大きく変わらないが、後期では明確に減少していることが示された。

SAXS データについては、WoodSAS モデル[3]を使って構造の定量化を行い、腐朽の進行に伴いセルロースマイクロフィブリル間の距離が減少する傾向を捉えることができた。また WoodSAS モデルでは、マトリクス中のマイクロフィブリル配置とは独立の構造成分を、ギニエ関数一項で近似するが、この構造成分が腐朽とともに大きくなる様子が認められた。顕微鏡観察の結果、メゾサイズの空隙の生成、リグニンの最沈着による凝集が認められており、これらの変化を SAXS で捉えたものと解釈できる。

近年、WoodSAS モデルは木材のナノ構造の定量的解釈に使用され始めているが(例えば[4])、今回、本モデルは褐色腐朽に伴う木材細胞壁の構造変化の分析にも使用可能なことが示唆され、WoodSAS モデルの有効性が支持されたと考えている。また、X 線 CT を用いた褐色腐朽に伴う細胞壁構造崩壊過程の解析も現在進めているところである。

6. 今後の展開

生物素材の循環において重要な役割を持つ木材腐朽菌を材料開発に活用することを目的とする本提案は、通常は忌避される木材腐朽現象を逆に材料創製に生かすという逆転の発想によるものであり、新規な視点による木材利用研究である。現在の生存圏の維持に資するのみならず、人類の生活圏を宇宙にまで拡大する上で重要な技術開発につながり、生存圏科学の重要課題に位置づけられる。

7. 引用文献

- 1) Zhai, S., Kan, Y. N., Lv, S., Chen, B., Sun, E. and Pan, M., "Comparative study of liquefaction behavior and products from brown-rotted wood and sound wood", *Industrial Crops and Products*, **192**, 115982, 2023
- 2) Kan, Y. N., Miao, Y., Zhai, S., Pan, M., Sun, E., Xia, C., Lyu, J. and Imai, T., "New insight into cell wall pore structure in brown-rotted wood and its utilization as a new low-cost, sustainable adsorbent", *Industrial Crops and Products*, **208**, 117843, 2024
- 3) Penttila, P. A., Rautkari, L., Osterberg, M. and Schweins, R., "Small-angle scattering model for efficient characterization of wood nanostructure and moisture behaviour", *Journal of Applied Crystallography*, **52**, 369-377, 2019
- 4) Horiyama, H., Kojiro, K., Okahisa, Y., Imai, T., Itoh, T. and Furuta, Y., "Combined analysis of microstructures within an annual ring of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) by dynamic mechanical analysis and small angle X-ray scattering", *Journal of Wood Science*, **68**, 52, 2022

8. 付記

期間中に一報論文を発表した[2]。

越境大気汚染によるイオウ酸化物の飛来が森林土壌の イオウ蓄積量に与える影響の評価 — 土壌に保持されているイオウ化合物の主形態の解明 —

1. 研究組織

代表者氏名： 谷川東子（名古屋大学大学院 生命農学研究科）

共同研究者： 杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）

山下 満（兵庫県立工業技術センター）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

東アジアでは、大気汚染がもたらす生存圏への影響は、人類が生態系サービスを享受し続けられるか否かにかかわる重大な関心事である。酸性雨の原因物質の1つであるイオウ化合物については、国内の人為起源発生量は収束してきている一方で、大陸の経済活動の活発化に起因するイオウ化合物が飛来する「越境大気汚染」が顕著に検出されるようになってきている。この越境大気汚染の影響を強く受ける新潟県・加治川集水域は、国内屈指のイオウ負荷量を持つ地域であり、特に冬季に高いイオウ負荷量は大陸由来が多いことが示されている。先行して行われたこの流域の集中調査によると、渓流水のイオウ濃度に季節性はないことが明らかになっている。これは、大気イオウの濃度変化を土壌が緩衝することで、その変動が渓流水には伝わらないためであると推察されている。しかしその実態は未解明のまま残されている。土壌に蓄積されたイオウの貯留形態は、それがどのようなきっかけで可動化するかにかかわる、重要な情報である。また土壌がもつイオウ貯留能を超えたイオウ負荷は、植物に有害なアルミニウムイオンが土壌から溶け出すことを誘発するため、越境大気汚染下の森林土壌におけるイオウ蓄積実態の解明は急務となっている。

本研究では、新潟県・加治川集水域の土壌に蓄積されたイオウ化合物の化学形態を分析した。土壌中でイオウ化合物は、様々な形態で存在し、その形態によって土壌からの流出されやすさが異なる。長く土壌に蓄積する化学形態のイオウは土壌からのイオウ放出量の変動を一時的に抑える代わりに、長期にわたって環境に影響を与え続ける可能性がある。このイオウの化学形態について、前世紀に国内の大気汚染の影響を特に強く受けていた岐阜県・伊自良湖集水域の土壌と比較した。

得られた結果から、加治川土壌は伊自良湖土壌と比較して、全イオウ濃度が低く、特に鉱物結合型有機態イオウの濃度が低いことが明らかとなった。その原因について、土壌の性質の違いによるものであるか、また、大量のイオウ負荷を受けた時期の違いによるものであるかについて、今後分析する予定である。

4. 研究の背景と目的

大気から土壤に沈着したイオウ化合物は主に、有機態イオウ化合物および無機態硫酸イオンの形態をとる。前者のうち鉱物結合型有機イオウは、微生物による分解作用に対し安定した形態であり、分解されにくく土壤から放出される速度も遅い成分であると考えられている。土壤鉱物は、無機態の硫酸イオンも吸着等により保持する。この吸着態硫酸イオンプールもまた、溪流へのイオウ放出量を調整している。

本研究の目的は、越境大気汚染の影響を強く受ける新潟県・加治川集水域の土壤には大量のイオウが蓄積されているかどうか、また、その土壤が保持しているイオウのうち鉱物結合型有機態イオウと吸着態硫酸イオンはどのくらいであるかを明らかにすることである。この目的のために、加治川の土壤について、全イオウ濃度、ピロリン酸ナトリウム抽出イオウおよびリン酸抽出イオウの濃度を測定し、岐阜県・伊自良湖集水域の土壤と比較した。

5. 研究の結果および考察

得られた結果から、加治川土壤における鉱物結合型有機態イオウ濃度は、伊自良湖土壤と比較すると非常に低いことが明らかとなった。この差異が生じた原因として、有機物と親和性の高い鉱物の量が加治川土壤には少ないといった土壤の質的な影響、また、イオウ負荷のピーク時期が伊自良湖土壤は1970年代であるのに対して加治川土壤は2000年代であることから、イオウが蓄積してから安定化するまでの時間的な影響があると推察された。

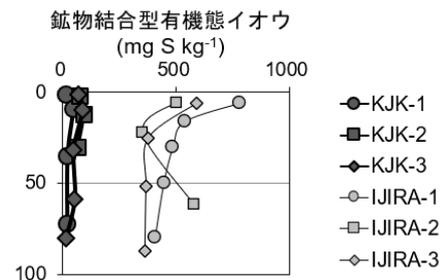


図2. 加治川土壤(KJK)と伊自良湖土壤(IJIRA; Tanikawa et al., 2022 Geoderma)の鉱物結合型有機態イオウ濃度

6. 今後の展開

加治川土壤と伊自良湖土壤の蓄積されたイオウ化合物の化学形態の違いについて、X線吸収端近傍構造(S K-edge XANES)分析によって有機態イオウの酸化状態を把握し、有機物分解程度を推定する。また、有機態イオウや硫酸イオンと親和性のある土壤鉱物量を両土壤で測り、土壤のイオウ保持力を推定する予定である。

7. 引用文献

- 1) Saito et al., Vertical changes in sulfur isotopic ratio of water flowing through a forested catchment along the coast of the sea of Japan in central Japan—a buffer against seasonal transboundary air pollution. *Journal of Forest Research*, 28(4), 240–250, 2023.
- 2) Tanikawa et al., Sulfur accumulation in soil in a forested watershed historically exposed to air pollution in central Japan. *Geoderma*, 407, 2022.

8. 付記

- 塩出晏弓ら「越境大気汚染によるイオウ酸化物の飛来が多い森林流域土壤のイオウ蓄積量」、第135回日本森林学会大会、東京、2024年3月
- Shiode et al., Forms of sulfur deposited on soil by transboundary air pollution. The 9th International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms, Tsukuba, Japan, October, 2024.
- 塩出晏弓ら「大気汚染の影響を受けた森林土壤におけるイオウと土壤鉱物の関係」第136回日本森林学会、北海道、2025年3月

深共晶溶媒を用いた靱皮繊維の リグノセルロース成分分離と構造解析

1. 研究組織

代表者氏名：飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：Kai NIE（東華大学 生物多糖繊維及び環境調和型繊維開発国家重点研究室 及び 京都大学 生存圏研究所）

Pingping JI（京都大学 生存圏研究所）

Wei JIANG（青島大学 生物多糖繊維及び環境調和型繊維開発国家重点研究室）

Guangting HAN（東華大学及び青島大学 生物多糖繊維及び環境調和型繊維開発国家重点研究室）

2. 関連ミッション

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション4：循環材料・環境共生システム

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

本国際共同研究では、靱皮繊維の高度利用技術開発を目指し、安価かつ環境負荷の低いリグノセルロース溶剤として近年研究が進められている深共晶溶媒（Deep Eutectic Solvents; DES）を用いた靱皮繊維のリグノセルロース成分分離システムの開発を進める。各種靱皮繊維を温和かつ効率的に DES 不溶性セルロース繊維画分と DES 可溶性リグニン画分へと分離する DES 処理反応条件を確立するとともに、分画されたリグノセルロースの二次元 NMR 法等を用いた精密構造解析を通じて、DES 処理に伴うリグノセルロースの化学変性と成分分離挙動の詳細を明らかにする。

4. 研究の背景と目的

ケナフ、ラミー、ヘンプなどの繊維作物が生産する靱皮繊維（麻）は古来より様々なセルロース系繊維素材として利用されてきたが、近年、持続型社会構築に資するリグノセルロース資源として、これまでほぼ未活用のリグニン成分の高度利用を含め、更なる有効利用が期待されている。靱皮繊維から繊維素材として利用価値の高いセルロース繊維を単離するためには、環境負荷の大きい化学処理や機械処理によりリグニンを除去する必要がある。本国際共同研究のパートナーである東華大学及び青島大学の研究グループでは、安価かつ環境負荷の低いリグノセルロース溶剤として近年研究が進められている深共晶溶媒（Deep Eutectic Solvents; DES）を用いた靱皮繊維のリグノ

セルロース成分分離システムの開発を進めてきた [1-3]。本研究では、DES により分離された靱皮繊維リグノセルロース成分の精密構造解析を行い、DES 処理に伴うリグノセルロースの化学変性と成分分離挙動の詳細を明らかにすることを目的とした。

5. 研究の結果および考察

S 型リグニン及び G 型リグニンに富むケナフ繊維及びラフマ繊維の塩化コリン/乳酸 (CLA) 系 DES 処理を 90–150°C で行い、セルロース繊維に富む DES 不溶画分とリグニンに富む DES 可溶画分のリグノセルロース成分分析を行った。その結果、DES 処理温度の上昇に伴い、リグニン抽出効率が上昇すること、G 型リグニンに富むラフマ繊維と比較して、S 型リグニンに富むケナフ繊維のリグニン抽出がより効率的に進行することが分かった。DES 可溶性リグニン画分の二次元 NMR 及び GPC を用いた化学構造解析から、特に 135°C 以上の DES 処理において、リグニンの主要結合様式（特に β -O-4 結合）の分解と低分子化が顕著に進行することが分かった。また、CLA 系 DES 処理においては、DES を構成するコリン及び乳酸分子がエステル及びエーテル結合を介してリグニンに導入されることも示唆された (図 1)。以上より、CLA 系 DES がケナフ繊維及びラフマ繊維のリグノセルロース成分分離に有効であること、温度条件がリグニンの抽出効率と化学変性に大きく影響することが示された [4,5]。

6. 今後の展開

今後、各 DES 処理反応条件で得られた DES 不溶性セルロース繊維画分と DES 可溶性リグニン画分の利用性を、その構造的特徴と関連付けながら評価し、利用価値の高いセルロース繊維と変性リグニンの製造を両立する DES 処理反応条件を探索する。

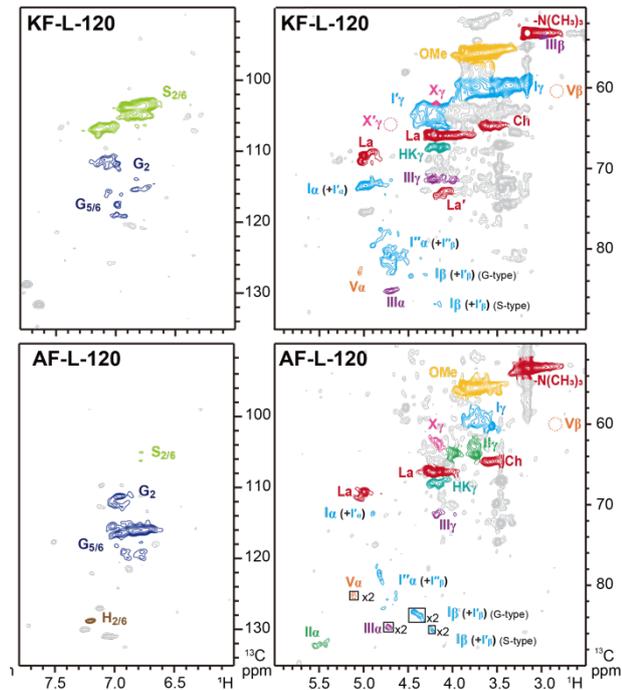


図 1. ケナフ繊維及びラフマ繊維から得られた DES 可溶性リグニン画分の 2D HSQC NMR スペクトル

7. 引用文献（本申請課題と関連する研究実績）

[1] Song et al. Cellulose 26: 8047-8057 (2019); [2] Nie et al. Biomass Conversion and Biorefinery (2022) <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03496-9>; [3] Nie et al. Industrial Crops and Products 191: 115990 (2023); [4] Nie ら、第 74 回日本木材学会大会、2024 年 3 月; [5] Nie et al., 2nd International Lignin Symposium, September 2024.

紫外線計測データと外出記録に基づく母親の紫外線照射量と新生児の体内ビタミンD濃度との関係に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：中島英彰（国立環境研究所）
共同研究者：高橋けんし（京都大学 生存圏研究所）
佐々木徹（国立環境研究所）
坂本優子（順天堂大学医学部附属練馬病院）
本田由佳（慶應義塾大学政策・メディア研究科）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御
ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

最近日本人の若年女性の間で太陽紫外線を避ける風潮が広まり、その結果としてVD栄養状況の悪化が報告されてきている。我々はこれまでに、妊婦を対象として、日光照射時間と血中ビタミンD（VD）との関係をしらべ、結果を論文で報告してきた（Nakajima et al., 2023）¹⁾。本研究ではさらに研究を進め、妊婦から生まれてきた赤ちゃんについて、同様の日光照射時間と血中VD量との関係を調べるとともに、お母さんのVD栄養状態との関係も調べることを目的とした。

4. 研究の背景と目的

最近日本人の若年女性の間で太陽紫外線を避ける風潮が広まり、その結果としてVD栄養状況の悪化が報告されてきている（Tsugawa et al., 2022）²⁾。申請者らはこれまでの研究において、実際の太陽紫外線観測データから体内で生成するVD量を、放射伝達計算を用いて推定する手法を開発してきた（中島, 2020）³⁾。これまでの研究では、大学病院の産婦人科を受診する妊婦さんを対象に、採血前の外出アンケート結果をもとに、その日に浴びたと思われる太陽紫外線量を紫外線実測データから求め、妊婦の体内に生成したと思われるVD量を計算によって求め、それと実際に妊婦の採血によって測定された血中VD量との関係を調べて論文に発表した（Nakajima et al., 2023）¹⁾。その結果、妊婦さんたちは日光照射時間から想定されるほどは、血中でVDが存在していないことが明らかとなった。本研究ではその研究をさらに発展させるために、妊婦から生まれてきた新生児に関して同様の解析を行い、太陽紫外線から生成すると想定されるVD量と実際の血中に存在するVD量との間の関係に、妊婦と新生児とで違いがあるかないかを明らかにすることを目的とした。

5. 研究の結果および考察

今回の解析では、2018年9月から2019年10月の間に生まれた出生後18ヶ月の乳児118人のデータを解析した。アンケート調査をもとに、対象者が採血調査前の2週間に外出した時間に太陽紫外線から浴びたと思われるVD生成量を、実測によるその日の太陽紫外線強度をもとに求めた。また、子供の血液から測定した25(OH)D量と、母親の血液から測定した25(OH)D量について測定によって求め、それらの間の関係について解析した。その結果、紫外線の強い月に限り、紫外線からのVD生成量及び食事と紫外線の合計のVD量と母親の血中VD濃度の間に相関がみられる一方、乳児の血中VD濃度との相関はあまり高くはないという結果が得られた(図1)。

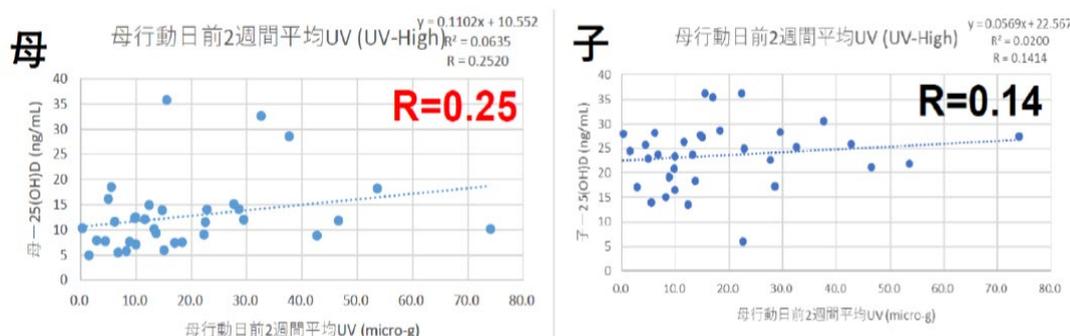


図1：母親と子の太陽UVからのVD生成量と血中VD濃度との相関関係 (N=36)。

6. 今後の展開

以前の研究によって、最近の妊婦の間には幅広くVD欠乏状態が広がっていることが明らかとなった。また妊婦の多くは推奨量以上のVDを、食事や日光照射によって取り込んでいると推定されているにも関わらず、血中VD濃度は全季節を通して欠乏状態であることが判明した。さらに本研究によって、日本の新生児も慢性的にVD欠乏状態にあることが判明した。今後は今回得られた結果を幅広く世の中に周知していくことで、国民の特に若年女性や赤ちゃんの間で広がっているVD欠乏状態を改善し、骨の健康にとってより好ましい生活を進めていくことが求められている。

7. 引用文献

- 1) Nakajima, H., Y. Sakamoto, Y. Honda, T. Sasaki, Y. Igeta, D. Ogishima, S. Matsuoka, S.-G. Kim, M. Ishijima, and K. Miyagawa, Estimation of the vitamin D (VD) status of pregnant Japanese women based on food intake and VD synthesis by solar UV-B radiation using a questionnaire and UV-B observations, *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, **229**, 106272, 2023, doi:10.1016/j.jsbmb.2023.106272.
- 2) Tsugawa, N., A. Kuwabara, H. Ogasawara, M. Nishino, K. Nakagawa, M. Kamao, H. Hasegawa, and K. Tanaka, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **68**, 172-180, 2022.
- 3) 中島英彰、「(総説)日光よるビタミンDの生成」, *ビタミン*, **94**, 469-491, 2020.

タンパク質—DNA ハイブリッド材料の創製

1. 研究組織

代表者氏名：中田栄司（京都大学 エネルギー理工学研究所）

共同研究者：森井 孝（京都大学 名誉教授）

今井友也（京都大学 生存圏研究所）

Zhang Shiwei（京都大学 エネルギー理工学研究所）

小松原風汰（京都大学 エネルギー科学研究科）

Lin Peng（京都大学 エネルギー理工学研究所）

小西宏明（京都大学 エネルギー理工学研究所）

2. 関連ミッション

ミッション 1：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

細胞内で特定の代謝経路に関与する酵素群は、空間的に密接した複合体を形成して、多段階反応を効率よく進行させている。このような環境を人為的に作成して高効率な代謝反応を実現するための足場として DNA ナノ構造体を選択し、タンパク質—DNA ハイブリッド材料を創製し、タンパク質を空間的に制御して並べ、その機能評価をおこなう。

4. 研究の背景と目的

生体内で見られるような高効率な多段階代謝反応を、試験管内でも高効率に進行させるためのシステム構築を目指す。DNA ナノ構造体¹⁾を足場とし、我々が開発した DNA ナノ構造体へのタンパク質配置技術「モジュール型アダプター」²⁾を用いることで、分子数を制御して配置することが可能にある。この技術を用いて、どのようなパラメータに注目してシステムを構築すれば良いかの基礎的知見を得て、持続可能社会での環境負荷の少ない物質生産システムとして活用することができると期待される。

5. 研究の結果および考察

これまでに、DNA オリガミ法¹⁾で構築した DNA ナノ構造体を脂質で構成されるリポソームによって内包したナノサイズのリポソーム(ナノリポソーム)が報告されており³⁾、昨年度までにトランスポーターを配置して、内外の物質の送達がトランスポーターが持つ分子量分画能によって制御できることを確認している(図 1)⁴⁾。本年度は、モジュール型アダプターを導入したトランスポーターを新たに調製し、トランスポーターの数や配置も制御した上で、物質の送達にそれらがどのように影響するかを評価

した。また、タンパク質を配置するための足場の導入方法なども改良することで、より簡便で効率よく目的のナノ構造体が構築できるようになった。ナノ構造体の構築に関しては、原子間力顕微鏡(AFM)、透過電子顕微鏡 (TEM)、ゲル電気泳動によって評価した。またその機能評価に関しては、蛍光顕微鏡観察および蛍光プレートリーダーでのカイネティック蛍光アッセイによっておこなった。特に、トランスポーターの分画分子量能の評価に関しては、DNA と結合することで蛍光強度が増加するインターカレーターで異なる分子量サイズのものを用いて評価することで、トランスポーターの機能を詳細に検討することができ、トランスポーターの数がインターカレーターの流入速度に影響を及ぼすことを確認した。

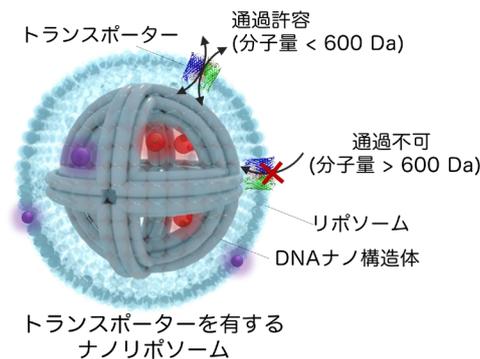


図 1. トランスポーターを搭載したナノリポソーム

6. 今後の展開

現在、DNA ナノ構造体上に代謝酵素を効率に配置したナノ構造体の構築及びその代謝反応の効率の検討もおこなっている。また、サイズの異なる DNA ナノ構造体の構築とそれを足場としたタンパク質の配置及びそれら複合体を集積化した構造体の評価にも取り組んでおり、これらについてもさらに展開していく予定である。

7. 引用文献

- 1) Rothmund, P.W.K. Folding DNA to create nanoscale shapes and patterns, *Nature* **440**, 297-302, 2006.
- 2) Ngo, T. A., *et al.*, Protein adaptors assemble functional proteins on DNA scaffolds, *Chem. Commun.* **55**, 12428-12446, 2019.
- 3) Perrault, S. D., Shih, W. M. Virus-Inspired membrane encapsulation of DNA nanostructures to achieve *in vivo* stability, *ACS Nano* **8**, 5132–5140, 2014.
- 4) Zhang, S., Nakata, E., Lin, P., Morii, T. An Artificial Liposome Compartment with Size Exclusion Molecular Transport. *Chem. Eur. J.* e202302093, 2023.

8. 付記

- 1) S. Zhang, E. Nakata, P. Lin, T. Morii, Artificial liposome compartment with DNA origami scaffold for size exclusion molecular transport, 日本化学会 第 104 春季年会, 日本大学理工学部, 2024.3.20
- 2) S. Xian, E. Nakata, P. Lin, T. Morii, Assembly of the functional proteins located on DNA nanostructures, 日本化学会 第 104 春季年会, 日本大学理工学部, 2024.3.20

樹木細根からの生物揮発性有機化合物放出速度の手法確立と実測

1. 研究組織

代表者氏名：牧田直樹（信州大学 理学部）

共同研究者：高橋けんし（京都大学 生存圏研究所）

伊藤雅之（京都大学 生存圏研究所）

鶴田惇（信州大学 医学部）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

本研究が着目する温室効果ガス態である生物起源揮発性有機化合物（Biogenic Volatile Organic Carbon, 以下 BVOC）は、イソプレン、モノテルペン類、セスキテルペン類などの炭化水素の他に、エステル類やアルコール類も含まれ、大気中に放出されると、NO_x の存在下でオゾンを生じ、オゾンやヒドロキシラジカルを破壊する等、大気環境に影響を与える。気候変動に対する影響評価および将来予測を行うためにも、森林生態系における BVOC ガス交換特性を定量評価することは重要な課題である。しかし、植物—大気の相互作用における樹種の効果や、根からの放出量および組成の効果の定量化はほとんど報告されていない。

本研究の特色は、これまで異なる研究分野で単独に研究されていた「植物学」と「大気環境学」の事象間の関係性に目を向けて定量評価していくことである。断片的に知られていた植物—大気間の相互作用を、根の BVOC を介した物質の動きを基軸に解明を進め、生物圏科学の新しい横断的分野を創出したいと考える。本課題では、研究例が極めて少ない実際の野外生態系での測定から BVOC の放出速度および組成を試みる先駆的な研究である。

4. 研究の背景と目的

研究は、生物起源揮発性有機化合物(Biogenic Volatile Organic Carbon, 以下 BVOC とする)に着目する。BVOC とは、イソプレン、モノテルペン類、セスキテルペン類などの炭化水素の他に、エステル類やアルコール類も含まれる。温帯域の森林から放出される BVOC は純生態系炭素交換量の 2~8%を占め、気候変動に対する影響評価および将来予測を行うためにも、森林生態系における BVOC ガス交換特性を定量評価することは重要な課題である。本研究は、研究例がほとんどない樹木根から放出される BVOC の化学組成およびその樹種間差を明らかにすることを目的とした。調査地は針葉樹と広葉樹が混交している森林で、12 樹種の成木（外生&裸子：アカマツ、モミ、ツガ、外生&被子：コナラ、コジイ、アラカシ、内生&裸子：ヒノキ、

スギ、サワラ、内生&被子：ソヨゴ、クロバイ、サカキ) を対象とした。細根を掘り出し、放出される気体を採取して GCMS で分析した。本研究では、樹木根からの根 BOVC の測定手法を確立し、放出量および組成の樹種特異性を定量化することを目的とした。

5. 研究の結果および考察

採取された BVOC からはモノテルペン、セスキテルペンなどが検出され、樹種によって有意に放出速度や化学組成が異なっていた (図 1)。モノテルペンの総放出速度が大きい樹種は外生&裸子のモミ、アカマツで、セスキテルペンの総放出速度が大きい樹種は内生&裸子のヒノキ、サワラであった。以上より、BVOC 放出速度は被子より裸子の方が大きく、その化学組成は裸子植物において菌根菌タイプで類型化できる可能性を示唆した。BVOC として利用される炭素量は、樹種特異性を示すことが明らかとなった。

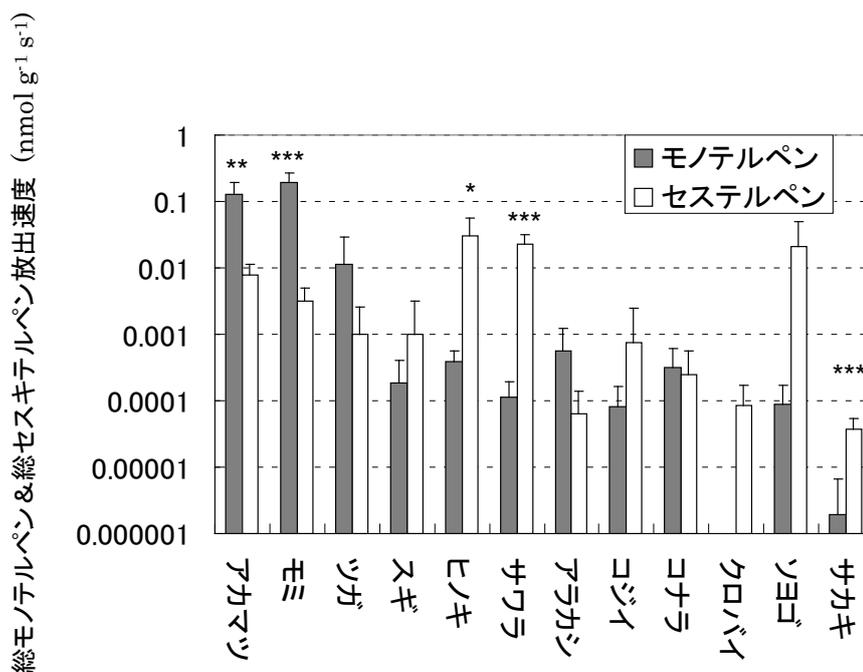


図 1 根系由来の総モノテルペンと総セスキテルペンの放出速度。

*** $p < 0.005$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

6. 今後の展開

本年度の取り組みから、野外に生育する樹木根系由来の BVOC を採取する手法を確立することができた。これらのデータから、試料中に分析対象成分がどのくらいの濃度含まれているかを調べるため、内部標準試料法を用いて定量分析し、BVOC の構成種の特異性、及び放出量を決定していきたいと考える。

プラスチック類の表面改質と微生物分解との関係

1. 研究組織

代表者氏名：渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：高橋克幸（岩手大学 理工学部）

上田義勝（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

3. 研究概要

我々は、「プラスチックの生分解が表面侵食 (surface erosion) によるものであること」と、「産業界でプラスチックの表面処理（表面改質）にプラズマが用いられていること」に注目している。前年度の生存圏科学共同研究では、ビフェニル/ポリ塩化ビフェニル (PCB) 分解細菌 *Rhodococcus wratislaviensis* T301 株が裁断したペットボトル（以下、PET 片と表記）を唯一の炭素源として生育できることを発見した。また、PET 片をプラズマ処理した場合、処理時間に応じてその生育が加速する傾向が見られた。今年度は、微生物分解の前処理として PET 片をプラズマ処理した際の表面改質の度合いを調べ、前処理時間に依存する表面改質と微生物分解との関係を明らかにすることを試みた。

4. 研究の背景と目的

分別されていない様々な種類のプラスチックが混ざったごみや、環境中に廃棄されたプラスチック類は、リサイクルが困難であり、環境汚染やマイクロプラスチックの問題を引き起こす可能性がある。従って、少なくとも環境中に廃棄されたプラスチック類については、自然界の物質循環に速やかに戻す必要がある。自然界における生分解の主役は微生物であるが、プラスチック類の生分解には非常に長い年月を要する。このため、微生物のみに頼るのではなく、生分解が困難な様々なプラスチック類に物理化学的な前処理を施し、環境中に広く分布する微生物でも分解を促進できる方法の確立を目指す。なお、廃プラスチック類の微生物分解は、環境への負荷を低減する微生物を用いた環境浄化（バイオレメディエーション）の一環と位置づけられる。また、これにより、生存圏科学の基盤である持続的循環型社会の構築に貢献したい。

5. 研究の結果および考察

PET 片をプラズマ処理し、プラズマ未処理の PET 片と比較して、その表面構造

を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察を行った。その結果、明らかに表面改質（表面の粗さや傷など）が認められ、プラズマ照射時間を延ばすことでその度合いが増加していた。一方で、プラズマ照射時間を長くすると、表面改質だけではなく局所的な変形や焦げ付きも観察された。さらに、これらのプラズマ処理した PET 片を唯一の炭素源として無機塩培地に添加し、*Rhodococcus wratislaviensis* T301 株を接種して 40 日間培養した。その後、培養液から PET 片を取り除き、SEM で観察した結果、プラズマ未処理の PET 片と比較して、プラズマ処理した PET 片の特に表面改質された箇所に菌が集中的に付着していることが確認された。この結果から、プラズマ処理時間が長いほど T301 株の生育が促進される理由として、表面改質の度合いが増加することで菌が付着しやすくなり、その結果、PET 片の分解が促進される可能性が示唆された。

6. 今後の展開

今回の SEM 観察により、プラズマ処理時間が長いほど表面改質の度合いが増加することが明らかになった。一方で、局所的に炭化している箇所が存在し、その周囲には菌の付着が認められなかった。また、短時間のプラズマ処理でも菌の付着が確認されたことから、プラズマ処理によるプラスチックの物性や化学的組成の変化を詳細に調べ、前処理条件と菌の付着性を最適化する必要がある。一方、今回の研究では遺伝学的な解析は行えなかったが、*Rhodococcus wratislaviensis* T301 株のゲノム情報から、*Ideonella sakaiensis* 201-F6 株のポリエチレンテレフタレート (PET) 分解酵素 PETase¹⁾ とは系統的に遠縁であるものの、最近報告された PET エステラーゼ²⁾ と相溶性の高い酵素を複数有していることが明らかとなっている。今後、これらの酵素の構造・機能解析や大量発現株の構築を行い、表面改質した PET 片を含むプラスチック類の分解をさらに加速させることを目指したい。

7. 引用文献

- 1) Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., Toyohara, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., Oda, K., A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate), *Science* **351**, 1196-1199, 2016: doi: 10.1126/science.aad6359.
- 2) Guo, W., Duan, J., Shi, Z., Yu, X., Shao, Z., Biodegradation of PET by the membrane-anchored PET esterase from the marine bacterium *Rhodococcus pyridinivorans* P23, *Commun. Biol.* **6**, 1090, 2023: doi: 10.1038/s42003-023-05470-1

8. 付記

Watanabe, T. Utilization of microorganisms degrading environmental pollutants and lignin to enhance plastic waste degradation. The 67th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Kochi, Japan, Sep. 1–3, 2024 (Invited).

2024年度 研究集会（生存圏シンポジウム） 活動報告

全 共 国 際	整理 番号	生存圏 シンポ ジウム No.	研究集会名	開催日	申請代表者	所内担当者	開催場所
※	09	524	IEEE Wireless Power Technology Conference & Expo 2024 (IEEE WPTCE2024)	令和6年5月8-11日	篠原 真毅	篠原 真毅	おうばくプラザ・きはだホール、セミナー室 および 木質ホール
※	02	525	DASH/FBAS共同利用・共同研究成果報告会 ―第15回― ※非公開	令和6年6月6日	杉山 暁史	村田 久美子	オンライン
※	20	526	水星国際研究会2024～メッセンジャーからベピコロomboへ～ Mercury 2024: From MESSENGER to BepiColombo	令和6年6月4-7日	村上 豪	小嶋 浩嗣	きはだホール
※	18	527	2024 Lignin Gordon Research Conference: Realizing Lignin's Potential in Biorefining by Bridging Biology, Chemistry, and Engineering	令和6年7月14-19日	飛松 裕基	飛松 裕基	Stonehill College, United States
	06	528	Plant Microbiota Research Network	令和6年8月27日	杉山 暁史	杉山 暁史	オンライン
	16	529	中間圏・熱圏・電離圏研究会	令和6年9月17-20日	藤本 晶子	横山 竜宏	九州工業大学 戸畑キャンパス および オンライン
	19	530	STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて)	令和6年9月18-19日	阿部 修司	海老原 祐輔	九州工業大学 戸畑キャンパス および オンライン
	17	531	太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用	令和6年9月17-20日	新堀 淳樹	山本 衛 橋口 浩之	九州工業大学 戸畑キャンパス および オンライン
※	10	532	第18回MULレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム	令和6年9月26-27日	橋口 浩之	橋口 浩之	オンライン
※	05	533	Nanobubble 2024	令和6年10月10-12日	上田 義勝	上田 義勝	宇治キャンパス
	12	534	第18回生存圏フォーラム特別講演会 第17回生存圏フォーラム総会	令和6年11月9日 令和7年3月7日	横山 竜宏	横山 竜宏	木質ホール および オンライン
※	11	535	MULレーダー40周年記念国際シンポジウム International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar	令和6年11月18-21日	橋口 浩之	橋口 浩之	きはだホール および オンライン
	13	536	第18回多糖の未来フォーラム	令和6年11月22日	秋吉 一成	矢野 浩之	宇治キャンパス おうばくプラザ
※	14	537	第14回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウム -マイクロ波高度利用生存圏フラッグシップ共同研究-、第20回持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム-マイクロ波高度利用と先端分析化学-	令和6年12月9日	今井 友也 三谷 友彦	三谷 友彦	木質ホール および オンライン
	04	538	第4回 福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会	令和6年12月19-20日	谷垣 実	上田 義勝 杉山 暁史	京都リサーチパーク および オンライン
※	23	539	バイオナノマテリアルシンポジウム2024 (バイオナノマテリアル製造評価システム報告会) Bionanomaterials Symposium 2024	令和6年12月2日	伊福 伸介	伊福 伸介	木質ホール および オンライン
	07	540	生存圏ミッションシンポジウム	令和7年3月7日	五十田 博 小嶋 浩嗣	五十田 博 小嶋 浩嗣	きはだホール および オンライン
	03	541	第6回プラズマ・ファインバブル研究会(静電気学会支部合同研究会との共同開催)	令和6年12月13-15日	高木 浩一	上田 義勝	室蘭工業大学 および オンライン
※	24	542	第8回生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム [JASTIP WP3 Wrap-up Symposiumとの共催]	令和7年2月25日	飛松 裕基	飛松 裕基	木質ホール および オンライン
※	15	543	RISH 電波科学計算機実験シンポジウム(KDKシンポジウム)	令和7年3月14日	謝 怡凱	海老原 祐輔	オンライン
※	21	544	令和6年度DOL/LSF共同利用・共同研究成果発表会	令和7年3月3日	大村 和香子	大村 和香子	オンライン
※	01	545	令和6年度 木質材料実験棟共同利用・共同研究成果発表会	令和7年3月11日	五十田 博	中川 貴文	宇治キャンパス および オンライン
	22	546	STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第二回:磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用)	令和7年3月19-21日	阿部 修司	海老原 祐輔	九州大学 および オンライン
	08	547	ジオスペースの低エネルギープラズマ研究集会	令和7年3月19-21日	尾花 由紀	海老原 祐輔	九州大学 西新プラザ

計24件（内、追加申請2件）

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium-09	
研究集会 タイトル	第524回生存圏シンポジウム IEEE Wireless Power Technology Conference & Expo 2024 (WPTCE2024)	
主催者	IEEE Microwave Theory and Technology Society & IEEE Power Electronics Society	
開催日	令和6年5月8日-11日	
場 所	京都大学宇治キャンパスおうばくプラザ, 木質ホール	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	2, 5
関連分野	生存圏電波応用分野	
概要	IEEE WPTCE2024は毎年世界中をサーキットしているワイヤレス給電に関する世界最大の国際学会である。IEEE Microwave Theory and Technology Society (MTT-S)と同Power Electronics Society (PELS)が共同でFinancial co-sponsorとなる国際学会であり、会員数40万人を超えるIEEEのInter-society activityの象徴として開催されている。	
目的と具体的な 内容	IEEE WPTCE2024は毎年世界中をサーキットしているワイヤレス給電に関する世界最大の国際学会である。IEEE Microwave Theory and Technology Society (MTT-S)と同Power Electronics Society (PELS)が共同でFinancial co-sponsorとなる国際学会であり、会員数40万人を超えるIEEEのInter-society activityの象徴として開催されている。WPTCE2024では査読され採択された口頭発表/ポスター発表を中心として、他Plenary Talks, Keynotes, Panel Session, Industrial Keynotes, Student WPT Competition, WIE (Women In Engineering) Session等を実施した。それ以外に学生教育用のschoolと、workshopも実施した。28の国々から239の論文投稿があり、論文採択率は71.3%で、最終的に口頭発表96件+ポスター発表71件の合計167の論文が採択された。3日間にわたり3 parallel sessionと2回のPoster Sessionが行われた。さらにIEEEはAcademiaとIndustryとの融合も推進しており、Exhibitionも開催され、20件の展示が行われた。	
生存圏科学の発 展や関連コミュ ニティの形成へ の貢献	WPTおよびその応用である宇宙太陽光発電所SPSは生存圏科学の中心の一つと考えており、本学会は生存圏科学のための国際学会といっても過言ではない。またミッション2、ミッション5-2、フラッグシップ共同研究でもWPTおよびSPSは研究されている。学会のexhibitionでは共同利用設備METLABでの電波放射を伴う展示と、学生コンペティションが行われ、全国共同利用の推進にも一役を買うことができた。	
プログラム	Day1 (May 8) @Room A (Kihada Hall, Obaku Plaza) 9:30-11:45 WPT School 14:00-17:45 WPT School @Room B (Wood Composite Hall) 9:00-12:45 Workshop1: World Prospects of Dynamic Wireless Power Transfer 14:00-17:25 Workshop2: Semiconductor devices and circuit design technologies for future wireless power transfer systems @Room D (Hybrid Space, Obaku Plaza) 18:00-19:30 Welcome Reception Day2 (May 9) @Room A 9:00-9:30 Opening Ceremony 9:30-10:30 Plenary Talks 11:00-11:30 Keynote Speech1 11:30-12:30 THA2: Advances in WPT Circuits and Systems(I) 15:00-16:30 THA3: Advanced Control Methods for Dynamic Wireless Power Transfer Systems (Special Session) 17:00-18:30 THA4: WPT Devices for EV and High Voltage Applications @Room B 11:00-12:30 THB2: Static and Dynamic Wireless Charging 1 12:45-13:30 Panel Session 1 15:00-16:30 THB3: Wireless Power Beam Forming and Steering Technology	

(Special Session)
 17:00-18:30 THB4: Static and Dynamic Wireless Charging 2
 @Room C (Seminar Room 4+5, Obaku Plaza)
 11:00-12:30 THC2: Near-field WPT1
 15:00-16:30 THC3: Far-field WPT1
 17:00-18:30 THC4: Near/Far-field WPT
 @A-METLAB
 13:30-15:00 Student Competition (SWPC)
 Day3 (May 10)
 @A-METLAB
 9:00-10:30 WPT Demonstrations by Advanced Exhibitors
 @Room A
 11:00-11:30 Keynote 2
 11:30-12:30 FRA2: Static and Dynamic Wireless Charging 3
 15:00-16:30 FRA3: Industrial Keynote
 @Room B
 11:00-11:30 Keynote 3
 11:30-12:30 FRB2: Advances in WPT Circuits and Systems (II)
 12:45-14:15 WIE: Women in Engineering
 15:00-16:30 FRB3: High Performance Microwave and RF Power Rectification
 Techniques (Special Session)
 @Room C
 11:00-11:30 Keynote 4
 11:30-12:30 FRC2: Far-field WPT2
 15:00-16:30 FRC3: Energy Harvesting/Scavenging
 @Room D
 13:30-15:00 FRD1: Poster Session 1
 @HEIAN JINGU SHRINE Restaurant & Banquet Hall
 18:15-20:30 Conference Banquet
 Day4 (May11)
 @Room A
 9:00-10:30 SAA1: Acoustic, Optical, Solar and Omni-Directional Transfer
 11:00-11:30 Keynote5
 11:30-12:30 SAA2: Dynamic Wireless Power Transfer for Electric Vehicle
 Charging (Special Session)
 15:00-16:30 SAA3: Advancing Wireless Power to the Next Level (Special
 Session)
 17:00-18:30 Closing Session
 @Room B
 9:00-10:30 SAB1: Technologies for Wireless Power Transfer and its
 Applications
 11:00-11:30 Keynote6
 11:30-12:30 SAB2: High Power and Dynamic Wireless Power Transfer Technology
 12:45-13:45 Panel Session 2
 15:00-16:30 SAB3: Near-field WPT3
 @Room C
 9:00-10:30 SAC1: Near-field WPT2
 11:00-11:30 Keynote7
 11:30-12:30 SAC2: High Power Transfer and Detection on Inductive Coupling
 12:45-13:45 Panel Session 3
 15:00-16:30 SAC3: Microwave Power Transmitter, Rectifier, Backscattering,
 and RFIDs
 @Room D
 13:30-15:00 FRD1: Poster Session 2

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	12	7	2	
	他部局				
	学外	449	137	289	182
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	R6-symposium-02				
研究集会 タイトル	第525回生存圏シンポジウム DASH/FBAS全国共同利用成果報告会—第15回—（非公開）				
主催者	京都大学 生存圏研究所・生態学研究センター				
日時	令和6年6月6日				
場所	オンラインにて開催				
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1			
関連分野	植物生命科学、化学生態学、農芸化学、細胞分子生物学、天然物有機化学				
概要	全国共同利用DASH/FBASの令和5年度実施分（R5DF）の成果報告会を行った。				
目的と具体的な 内容	生存圏研究所と生態学研究センターが中心になって運用している全国共同利用DASH/FBASの成果報告会。 令和5年度も前年に引き続きDASH/FBASのすべてを稼働して全国共同利用の運営に当たった。令和5年度の共同利用採択課題数は、分析機器利用のみの課題とあわせて10件の利用を受け入れた。この全国共同利用から生まれた各研究課題の成果について発表し、議論を行った。 本シンポジウムは、論文未発表の研究データに加え、国家プロジェクトとして推進中の課題も複数含まれており、知財に絡んだ課題や産業界との共同研究もあることから、関係者以外非公開として行った。				
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	DASH/FBASにおける分析サブシステムと植物育成サブシステムを利用した全国共同利用を推進し、植物の代謝化学、環境応答、植物微生物相互作用、化学生態学に関するコミュニティの基礎研究に貢献するとともに、様々な有用遺伝子を用いた高機能性植物の創出に関する応用研究や、微生物代謝産物の研究者コミュニティの発展に貢献をした。				
プログラム	13:00 開会の挨拶 13:10 持続可能な植物バイオマス変換のための質量分析 13:25 イネ科植物におけるリグニン生合成代謝経路の解明とバイオマス利用に向けた代謝工学経路 13:40 リグナン及び関連化合物の合成酵素の機能解析 13:55 植物ホルモンの生合成と代謝および情報伝達経路の解明 14:10 植物フェノール類の高機能化を担うプレニル基転移酵素の機能解析及び代謝工学研究 14:25～14:35 休憩 14:35 シコニン類縁体の分泌と蓄積機構の解明 14:50 植物香気成分の生合成と分泌機構の探究 15:05 植物糖質関連酵素の解析 15:20 根圏での植物微生物相互作用に関与するフラボノイドの研究 15:35 根圏での植物微生物相互作用に関与するサポニン類に関する研究 15:50 閉会の挨拶				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	14	5		
	他部局	2			
	学外	1			
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium-20	
研究集会 タイトル	第526回生存圏シンポジウム 水星国際研究会2024 ~メッセンジャーからベピコロンボへ~	
主催者	村上豪（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）	
開催日	令和6年6月4日-7日	
場 所	京都大学宇治キャンパスおうばくプラザ	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	3
関連分野	惑星科学、磁気圏物理学、固体物理学	
概要	太陽系最内縁に位置する地球型惑星を探索する日欧共同国際水星探査計画ベピコロンボが、令和7年末に水星に到着するのに向けた検討・議論を行う場として、本研究集会を開催した。国外を中心に多くの研究者が集まり、活発な議論が交わされた。国際的な研究集会を日本で開催したことにより、日本国内で水星を研究する研究者の裾野を広げることと、国内の研究者と海外の研究者の活発な議論の機会を創出することに貢献した。	
目的と具体的な 内容	水星は太陽系最内縁に位置し、地球型惑星の中で最も特異な惑星として知られている。水星は地球・金星・火星と比べてはるかに大きな金属コアを有しているが、その起源と形成過程は未だに解明されていない。また固有磁場を有し強大な太陽風にさらされる水星周辺の宇宙環境では、地球と全く異なる時間・空間スケールの物理現象が引き起こされている。水星は探査が困難な惑星であり、過去の水星周回探査機は米国のメッセンジャー探査機のみである。メッセンジャーによる観測は新たな知見を多くもたらしたが、水星の起源、形成、進化、そして環境にはいまだ多くの未解決課題が残されている。日欧共同の国際水星探査計画ベピコロンボは2018年に打ち上げられ、2025年12月の水星周回軌道投入に向けて現在も航行を続けている。ベピコロンボでは2機の周回探査機による総合観測を同時に行い、水星における未解決課題の解明に迫る。本研究集会では国内外の水星に関する最新研究状況を共有・整理するとともに、2025年末に迫るベピコロンボ水星到着に向けて検討・議論を行った。本研究集会は2年ごとに世界各地で開催されてきた水星国際研究会の日本での開催を担った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	地球以外の地球型惑星の中で唯一固有磁場をもち、太陽系の最内縁で強大な太陽風にさらされる水星環境は、地球の宇宙圏と似た構造をもちつつその空間・時間スケールは地球と大きく異なる。水星圏における物理現象を理解することは、地球周辺の宇宙圏研究だけでは得られない宇宙生存環境の普遍的な理解に貢献するものである。本国際研究集会を通じて太陽圏最内縁に位置する水星圏環境の理解を深め、広く宇宙生存環境に関する議論を促進することに貢献した。 本研究集会は国内外の水星研究者が一同に会する2年に一度の機会であり、当該コミュニティにおいて最も重要な場である。本研究集会を開催することで国際的な水星研究の促進に貢献した。また、海外研究者が多く来日・滞在する機会となり、当該分野の国内の研究者、特に若手研究者や大学院生にとって貴重な議論の機会や国際共同研究の芽を創出することができた。こうした機会は若手研究者の将来キャリア構築の一助となり、人材育成の観点でも本研究集会の開催は有意義であった。ベピコロンボミッションは2026年末に水星到着を控え、当該分野にとっても研究促進を図る絶好の時期であり、国内で開催することで日本の研究者の参加を促しやすく、これまで水星研究に関わっていない新規研究者に向けて裾野を広げる効果があったと考えている。	

Wednesday -4 June

9:30 Welcome - Murakami

9:45 Invited Tutorial - Jia Mercury's Magnetosphere: Structure, Dynamics, and Its Role in Cross-Disciplinary Science

10:15 Deca A fully kinetic perspective on the solar wind interaction with planet Mercury

10:30 Ogawa Statistical analysis of the characteristic magnetic field structure in Mercury's nightside magnetosphere

10:45 Coffee break

11:15 Invited Tutorial - Namur The mantle of Mercury and formation of the volcanic crust

11:45 Charlier Carbon speciation on Mercury and diamond formation at the core-mantle boundary

12:00 Hirata Magmatic diversity inferred from geochemical end-members around the Caloris basin

12:15 Pasckert Spectral Properties of Hermean Central Peaks

12:30 Sonke Enhanced UV/visible reflectance of mercurian low reflectance material in MDIS-controlled Mariner 10 mosaics

12:45 Lunch

14:00 Benkhoff & Murakami Overview of the initial results from BepiColombo Mercury flybys

14:30 Invited Tutorial - Sarantos Mercury's Exosphere

15:00 Suzuki Mg Exosphere of Mercury Obtained by PHEBUS onboard BepiColombo during its second and third Swing-bys

15:15 Berezhnoi Chemistry of collisions of meteoroids with Mercury

15:30 Moroni Modelling of the seasonal variation and altitude profile of Ca and Ca-bearing molecules observed in Mercury's exosphere

15:45 Schmid Evidence for Atomic Li in Mercury's Exosphere

16:00 Coffee break

16:30 Invited Tutorial - Wright A whirlwind tour of Mercury's surface

17:00 Leon Dasi Combined morpho-spectral analysis highlights recent explosive volcanic eruptions

17:15 Munaretto Spectrophotometric modelling of MESSENGER/MDIS multiangular observations reveals physical properties of Mercury's pyroclastic deposits.

17:30 Jozwiak Evidence for a Complex Explosive Volcanic History at Nathair Facula

17:45 Deutsch Analyzing Hollow Degradation States Across Mercury Using Deep-Learning Detections

18:00 Besse Mercury analogues and laboratory measurements to prepare BepiColombo

Thursday -5 June

9:30 Invited Results - Mura The Yearly Variability of the Sodium Exosphere of Mercury: an Analytical Approach

10:00 Lierle Linewidth Measurements of Mercury's Alkali Exosphere

10:15 Sun MESSENGER observations of Mercury's seasonal planetary ions and escape

10:30 Kazakov Deep Neural Networks for Surface Composition Reconstruction from Simulated In Situ Exospheric Measurements at Mercury

10:45 Coffee break

11:15 Invited Results - Barraud Spectral curvature of Mercury: implications for composition and space-weathering

11:45 Cremonese Statistical analysis on the new catalog of impact craters of Mercury

12:00 Blance Investigating the Origin of Flows Around Craters on Mercury

12:15 Chabot Using Permanently Shadowed Regions to Constrain the Origin of Mercury's Volatile Polar Deposits

12:30 Speyerer Present-Day Endogenic and Exogenic Activity on Mercury

12:45 Lunch

プログラム

14:00 Poster Session
 16:00 Coffee break
 16:30 Invited Results - Aizawa Recent Revelations in Magnetospheric Studies at Mercury
 17:00 Milillo First results of BepiColombo SERENA ion sensors observations during the first Mercury flybys
 17:15 Hadid Plasma environment of Mercury ' s magnetosphere as seen by BepiColombo during its third flyby
 17:30 Rojo Structure and dynamics of the hermean magnetosphere revealed by electron observations after the first three Mercury flybys of BepiColombo, 50 years after Mariner 10
 17:45 Sahraoui High frequency waves and electron dynamics in the Hermian environment: Mio PWI and MEA observations
 18:00 Ozaki Dynamical effects of whistler-mode chorus emission waves in Mercury ' s magnetosphere

Friday -6 June

9:30 Invited Results - Hyodo Formation of Mercury: A review
 10:00 Kamata Tides on Mercury with a solid-liquid mixed layer
 10:15 Burkhard Investigating Mercury ' s present and past tidal stresses
 10:30 Wang Characterization, Modeling, and Population Analysis of Super-Mercuries
 10:45 Coffee break
 11:15 Exner Determining the Influence of the IMF and Planetary Magnetic Field Models on Mercury ' s Magnetosphere Along Spacecraft Trajectories of MESSENGER, BepiColombo and MPO
 11:30 Chaufray On the origin of the thermal hydrogen and helium in the exosphere of Mercury
 11:45 Krupp He⁺-ions around Mercury observed by Messenger FIPS and first measurements of MPPE/MSA onboard BepiColombo
 14:00 Ivanovski MHD parametric study on Kelvin Helmholtz and tearing mode instabilities on the Mercury magnetopause with MESSENGER data.
 14:15 Holzkamp Magnetosheath modeling around Mercury using boundary-fitted grids
 14:30 Pump Influence of the IMF strength and direction on the Hermean Magnetosphere
 14:45 Bj ö rn Modeling of Mercury ' s regolith using MESSENGER spectrophotometry
 15:00 Shackelford How Carbon May Affect Space Weathering Products on Mercury: An Experimental Approach
 15:15 Bott Simulation of Micrometeoroid Bombardment of Sulfur-Rich Mercury Analogs in the Laboratory

Saturday -7 June

9:30 Alemanno Mercury in a box - the DLR high temperature spectroscopy laboratory
 9:45 Powell Thermal Modeling of Mercury with Roughness and Topography: Comparison with Mariner 10 IRR and Predictions for BepiColombo MERTIS
 10:00 Byrne Smooth and Intercrater Plains Morphology at the Lander Scale
 10:15 Tenthoff Multi-View Shape from Shading for High-Resolution DEM Construction and Albedo Retrieval
 10:30 Schmidt Inherited and Post-infill Tectonic Structures in Caloris Planitia, Mercury
 10:45 Coffee break
 11:15 Raines Proton precipitation in Mercury ' s northern hemisphere
 11:30 Dewey Energy dispersions in Mercury ' s northern magnetospheric cusp
 11:45 Poh Cusp Plasma Filaments in Mercury ' s Cusp: A Review and Comparison with Earth

	12:00 Futaana Solar wind precipitation onto the Mercury surface measured by the ENA instrument on BepiColombo/MMO spacecraft 12:15 Sharman X-ray emission from Mercury's nightside and its dependence on magnetospheric activity 12:30 Grande Energetic Electrons Observed During BepiColumbo Mercury Flybys 12:45 Lunch 15:30 Caminiti Effects of ion irradiation on Mercury terrestrial analogues in the visible to mid-infrared 15:45 Arnaut Understanding Mercurian Spectral Alteration through Simulation of Nanophase Weathering Agents 16:00 Domingue Photometric Properties of Glacial-Like Flows Observed in Raditladi Basin				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	10	4		
	他部局	4	2		
	学外	140	10	135	
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -18	
研究集会 タイトル	第527回生存圏シンポジウム 2024 Lignin Gordon Research Conference: Realizing Lignin's Potential in Biorefining by Bridging Biology, Chemistry, and Engineering	
主催者	Gordon Research Conference	
開催日	令和6年7月14日-19日	
場 所	Stonehill College, 320 Washington Street, Easton, MA, United States	
関連ミッション等 (該当する番号を記載、複数可)	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 5
関連分野	木質科学、植物科学、農芸化学、高分子科学、材料科学	
概要 (100~200字程度)	Lignin Gordon Research Conferenceでは、植物バイオマスの主要成分であるリグニンの基礎と応用をテーマに、植物学、微生物学、化学、工学に渡る広範な専門領域で活躍するリグニン研究者を世界各国から招集し、最新の研究成果を共有し、植物バイオマス利用のブレークスルーに繋げるための分野横断的討論を行った。さらに、若手人材育成を主目的とするサテライト会議Lignin Gordon Research Seminarも開催した。	
目的と具体的な 内容	ゴードン研究会議（Gordon Research Conference ; GRC）は、歴史と権威のある国際研究集会であり、ゴードン財団より厳選された特に重要度の高いscienceの専門分野について、世界各国から当該分野を代表する研究者を招集し、密な討論を行うものである。Lignin GRCは、植物バイオマスの主要成分であるリグニンの基礎と応用を主題とするGRCであり、植物学、微生物学、化学、工学に渡る広範な専門領域で活躍するリグニン研究者を世界各国から集め、最新の研究成果を共有し、植物バイオマス利用のブレークスルーに繋げるための分野横断的討論を行うことを趣旨としている。3度目の開催となる2024 Lignin GRCでは、申請者（Yuki Tobimatsu, 京大生存圏研究所）は、共同議長のLaura Bartley博士（米国ワシントン州立大学）と Jeremy Luterbacher博士（スイス連邦工科大学ローザンヌ校）、共同副議長のMojgan Nejad（米国ミシガン州立大学）とともに、共同副議長を務めた。世界23カ国から約150名のリグニン研究者が参加し、リグニンの生合成、代謝工学、分析手法、微生物分解、化学分解、マテリアル利用といった基礎研究から、企業研究者を中心とした産業利用といった、応用展開まで幅広い分野を網羅する8つのセッションにおいて、5日間に渡って、合計35件の招待講演と85件のポスター発表が行われた。また、若手人材育成を主目的とするサテライト会議Lignin Gordon Research Seminar (2024 Lignin GRS) を初めて開催した。2024 Lignin GRSには、主に大学院生とポスドク研究員ら約50名が参加し、2日間に渡って、14件の招待講演と約30件のポスター発表が行われた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本研究集会は、多岐に渡るリグニンの基礎・応用研究に関わるものであり、特にミッション1「環境診断・循環機能制御」、ミッション2「太陽エネルギー変換・高度利用」、ミッション5-2 「脱化石資源社会の構築（植物、バイオマス、エネルギー、材料）」をはじめとする生存圏ミッション活動と深く関係する。とりわけ、本研究集会の重要トピックの一つであるリグニンの利用法開発は、ミッション2やミッション5-2が掲げる「植物バイオマスの高度利用」の最重要課題の一つであり、その推進に直接的に関係するものである。約1週間に渡る、植物バイオマス（特にリグニン）研究を先導するトップ研究者らの密な研究討論と交流が行われ、ミッション活動やフラッグシップ共同研究の発展を含む生存圏科学の深化は勿論のこと、生存圏科学コミュニティの発展、特に国際ネットワークの拡大と強化やコミュニティにおける生存圏研究所のプレゼンス強化に寄与したと考えている。また、若手人材育成を主眼とするサテライト会議（Lignin GRS）やダイバーシティ関係のミニシンポジウム（GRC Power Hour）も企画され、生存圏科学に関わる人材育成やダイバーシティ推進にも寄与するものであった。	

プログラム

> July 14, Sunday
 2:00 pm - 9:00 pm Arrival and Check-in
 6:00 pm - 7:00 pm Dinner
 7:30 pm - 7:40 pm Introductory Comments by GRC Staff / Welcome and Introduction from the Chairs
 7:40 pm - 9:30 pm Keynote Session: The Science and Engineering of Lignin
 Discussion Leaders: Mojgan Nejad (Michigan State University, United States) and Yuki Tobimatsu (Kyoto University, Japan)
 7:40 pm - 7:50 pm Introduction by Discussion Leader
 7:50 pm - 8:25 pm Lacey Samuels (University of British Columbia Vancouver, Canada)
 "The Dangerous Game of Lignification in Plants"
 8:25 pm - 8:35 pm Discussion
 8:35 pm - 9:10 pm Claudia Crestini (Università Ca' Foscari, Italy)
 "Deciphering the Lignin Enigma: Unraveling and Tailoring Supramolecular Aggregation for Advanced Materials Development"
 9:10 pm - 9:20 pm Discussion
 9:20 pm - 9:30 pm General Discussion
 > July 15, Monday
 7:30 am - 8:30 am Breakfast
 8:30 am - 9:00 am Group Photo
 9:00 am - 12:30 pm Lignin Biosynthesis and Biotechnology
 Discussion Leader: Claire Halpin (University of Dundee, United Kingdom)
 9:00 am - 9:10 am Introduction by Discussion Leader
 9:10 am - 9:30 am Jack Wang (North Carolina State University, United States)
 "Multiplex CRISPR-Editing of Wood for Sustainable Production of Bioenergy and Biomaterials"
 9:30 am - 9:40 am Discussion
 9:40 am - 10:00 am Laigeng Li (Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, China)
 "The Biosynthesis and Regulation of Lignin in a Cell Type-Specific Manner"
 10:00 am - 10:10 am Discussion
 10:10 am - 10:20 am Pingping Ji (Kyoto university, Japan)
 "Short talk: Manipulation of Lignin Aromatic Composition in Grasses: Elimination of Syringyl Lignin Units in Rice Mutants Deficient in Grass-Specific Lignin Decoration"
 10:20 am - 10:25 am Discussion
 10:25 am - 10:55 am Coffee Break
 10:55 am - 11:15 am Chang-Jun Liu (Brookhaven National Laboratory, United States)
 "Redox Partners and Electron Transfer Chains for Phenylpropanoid-Lignin Biosynthesis"
 11:15 am - 11:25 am Discussion
 11:25 am - 11:45 am Jaime Barros-Rios (University of Missouri, United States)
 "Clinal Variation in Lignin Composition Among Natural Poplar Variants"
 11:45 am - 11:55 am Discussion
 11:55 am - 12:15 pm Clint Chapple (Purdue University, United States)
 "Lignin-Modified Plants Reveal That Phenylpropanoids May Be Regulators of Plant Growth"
 12:15 pm - 12:25 pm Discussion
 12:25 pm - 12:30 pm General Discussion
 12:30 pm - 1:30 pm Lunch
 1:30 pm - 4:00 pm Free Time
 3:00 pm - 4:00 pm The GRC Power Hour™
 Organizers: Stefania Bertella (VTT Technical Research Center of Finland, Finland) and Davinia Salvachua (National Renewable Energy Laboratory, United States)
 4:00 pm - 6:00 pm Poster Session
 6:00 pm - 7:00 pm Dinner
 7:30 pm - 9:30 pm Lignin Plant Biology

Discussion Leader: Xu Li (North Carolina State University, United States)
 7:30 pm - 7:40 pm Introduction by Discussion Leader
 7:40 pm - 7:50 pm Sungjun Choung (Korea Advanced Institute of Science and Technology, South Korea)
 "The Molecular Mechanism of Defensive Lignification against the Stem-Boring Herbivore in Wild Tobacco Stem"
 7:50 pm - 7:55 pm Discussion
 7:55 pm - 8:15 pm Hiroshi Maeda (University of Wisconsin - Madison, United States)
 "Evolution of the Aromatic Amino Acid and Lignin Metabolic Network across Poaceae and Poales"
 8:15 pm - 8:25 pm Discussion
 8:25 pm - 8:45 pm Misato Ohtani (The University of Tokyo, Japan)
 "Plastic Regulation of Transcriptional Networks for Lignin is the Key for Plant Environmental Adaptation"
 8:45 pm - 8:55 pm Discussion
 8:55 pm - 9:15 pm Deanna Funnell-Harris (United States Department of Agriculture, United States)
 "Does Altering Sorghum Phenylpropanoid Metabolism Affect Pathogen Resistance?"
 9:15 pm - 9:25 pm Discussion
 9:25 pm - 9:30 pm General Discussion
 > July 16, Tuesday
 7:30 am - 8:30 am Breakfast
 9:00 am - 12:30 pm Tools for Analysis of Lignin
 Discussion Leader: Tuo Wang (Michigan State University, United States)
 9:00 am - 9:10 am Introduction by Discussion Leader
 9:10 am - 9:30 am Gabriel Paës (INRAE, France)
 "Fluorescence Tools to Shed Light on Lignin"
 9:30 am - 9:40 am Discussion
 9:40 am - 10:00 am Dan Aoki (Nagoya University, Japan)
 "Chemical Mapping of Mobile Components"
 10:00 am - 10:10 am Discussion
 10:10 am - 10:20 am Oliver Musl (BOKU University, Vienna, Austria)
 "In Another Dimension: Functionality Profiling and Mapping of Lignin Structure via Multidimensional Liquid Chromatography"
 10:20 am - 10:25 am Discussion
 10:25 am - 10:55 am Coffee Break
 10:55 am - 11:15 am Josh Vermaas (Michigan State University, United States)
 "Lignin Modeling and Modification In Silico for Enhanced Biomaterials"
 11:15 am - 11:25 am Discussion
 11:25 am - 11:45 am Antje Potthast (University of Natural Resources and Life Sciences, Austria)
 "Perspectives on Lignin Dispersities"
 11:45 am - 11:55 am Discussion
 11:55 am - 12:15 pm Monika Österberg (Aalto University, Finland)
 "Analysing and Controlling Lignin's and Lignin Nanoparticle's Interfacial Interactions for Optimized Performance in Applications"
 12:15 pm - 12:25 pm Discussion
 12:25 pm - 12:30 pm General Discussion
 12:30 pm - 1:30 pm Lunch
 1:30 pm - 4:00 pm Free Time
 4:00 pm - 6:00 pm Poster Session
 6:00 pm - 7:00 pm Dinner
 7:30 pm - 9:30 pm Lignin from an Industrial Perspective
 Discussion Leader: Chip Frazier (Virginia Tech, United States)
 7:30 pm - 7:40 pm Introduction by Discussion Leader

7:40 pm - 7:50 pm Sandip Singh (University of Kansas, United States)
 "Formulation of High-Performance Renewable Adhesives from Lignin and Amino Acids"
 7:50 pm - 7:55 pm Discussion
 7:55 pm - 8:05 pm Sami Kazaz (Lawrence Berkeley National Laboratory, United States)
 "Beta-Ketoadipate (βKA) Synthesis in Lignin Bioengineered Plants for Sustainable Nylon Production"
 8:05 pm - 8:10 pm Discussion
 8:10 pm - 8:25 pm Kait Kaarel Puss (Fibenol OÜ, Estonia)
 "Deploying Lignin Analytics in Fibenol's Industrial Biorefinery"
 8:25 pm - 8:30 pm Discussion
 8:30 pm - 8:45 pm Jean-Pierre Lindner (Baden Aniline, Germany)
 "Lignin Valorisation in the Chemical Industry: Concepts and Use Cases"
 8:45 pm - 8:50 pm Discussion
 8:50 pm - 9:05 pm Edward Lewis (Canon Virginia, Inc., United States)
 "Valorizing Macromolecular Lignin: A Manufacturers Perspective"
 9:05 pm - 9:10 pm Discussion
 9:10 pm - 9:25 pm Joann Sutyak (Hexion, United States)
 "The Current Outlook of Lignin in Industrial Adhesives"
 9:25 pm - 9:30 pm Discussion
 > July 17, Wednesday
 7:30am-8:30am Breakfast
 9:00 am - 12:30 pm Chemical Lignin Depolymerization
 Discussion Leader: Sari Rautiainen (VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finland)
 9:00 am - 9:10 am Introduction by Discussion Leader
 9:10 am - 9:30 am Peter Deuss (Rijksuniversiteit Groningen, The Netherlands) "Mild Lignin Fractionation, Modification and Depolymerization"
 9:30 am - 9:40 am Discussion
 9:40 am - 10:00 am Xiao Zhang (Washington State University, United States)
 "Can We Overcome Lignin Heterogeneity? A Perspective from Deep Eutectic Solvent Depolymerization"
 10:00 am - 10:10 am Discussion
 10:10 am - 10:20 am Claire Laura Bourmaud (EPFL, Switzerland)
 "Exploring Structure-Reactivity Relationships in Lignin Depolymerization through Integrated Coupled Graph Modeling and Kinetic Monte Carlo Simulation"
 10:20 am - 10:25 am Discussion
 10:25 am - 10:55 am Coffee Break
 10:55 am - 11:15 am Michael Stone (National Renewable Energy Laboratory, United States)
 "Analysis-Guided Developments in Lignin-First Biorefining"
 11:15 am - 11:25 am Discussion
 11:25 am - 11:45 am Katalin Barta (Karl-Franzens University of Graz, Austria)
 "Creating New Chemical Space through Lignin Valorization"
 11:45 am - 11:55 am Discussion
 11:55 am - 12:15 pm Joseph Samec (Stockholm University, Sweden)
 "Lignin-First: Beyond Monophenols and Towards Sustainability"
 12:15 pm - 12:25 pm Discussion
 12:25 pm - 12:30 pm General Discussion
 12:30 pm - 1:30 pm Lunch
 1:30 pm - 4:00 pm Free Time
 4:00 pm - 6:00 pm Poster Session
 6:00 pm - 7:00 pm Dinner
 7:30 pm - 9:30 pm Lignin-Based Product and Material Design
 Discussion Leader: Agnieszka Brandt-Talbot (Imperial College London, United Kingdom)

7:30 pm - 7:40 pm Introduction by Discussion Leader
 7:40 pm - 7:50 pm Yukiko Enomoto (The University of Tokyo, Japan)
 "Super-High-Performance Bio-Based Plastics Derived from Lignin"
 7:50 pm - 7:55 pm Discussion
 7:55 pm - 8:15 pm Wilfred Vermerris (University of Florida, United States)
 "The Use of Lignin in Biomedical Applications"
 8:15 pm - 8:25 pm Discussion
 8:25 pm - 8:45 pm Florent Allais (AgroParisTech, France)
 "Combining Green Chemistry and Biotechnology to Turn Lignins and Naturally
 Occurring Phenolics into Value-Added Chemicals and Materials"
 8:45 pm - 8:55 pm Discussion
 8:55 pm - 9:15 pm Mika Sipponen (Stockholm University, Sweden)
 "Colloidal Lignin Particles at Bio-Interfaces"
 9:15 pm - 9:25 pm Discussion
 9:25 pm - 9:30 pm General Discussion
 > July 18, Thursday
 7:30 am - 8:30 am Breakfast
 8:30 am - 9:00 am Business Meeting
 Nominations for the Next Vice Chair(s); Complete the GRC Evaluation Forms;
 Election of the Next Vice Chair(s)
 9:00 am - 12:30 pm Enzymatic and Microbial Lignin Transformation
 Discussion Leader: Eric Hegg (Michigan State University, United States)
 9:00 am - 9:10 am Introduction by Discussion Leader
 9:10 am - 9:30 am Timothy Donohue (University of Wisconsin - Madison, United
 States)
 "Mining Bacterial Genomes to Generate Valuable Products from Lignin"
 9:30 am - 9:40 am Discussion
 9:40 am - 10:00 am Mirjam Kabel (Wageningen University and Research, The
 Netherlands)
 "Insights into Fungal Oxidation-Driven Delignification, and Subsequent Use of
 (Degraded) Lignin as a Carbon Source"
 10:00 am - 10:10 am Discussion
 10:10 am - 10:20 am Megan Wolf (The University of British Columbia, Canada)
 "Characterization of a Cytochrome P450 That Catalyzes the O-Demethylation of
 Lignin-Derived Benzoates"
 10:20 am - 10:25 am Discussion
 10:25 am - 10:55 am Coffee Break
 10:55 am - 11:15 am Alissa Bleem (National Renewable Energy Laboratory, United
 States)
 "Combining Chemo- and Bio-Catalytic Approaches for Conversion of Lignin to Value-
 Added Products"
 11:15 am - 11:25 am Discussion
 11:25 am - 11:45 am Takehito Nakazawa (Kyoto University, Japan)
 "Insights from Molecular Genetics Studies in White-Rot Fungi"
 11:45 am - 11:55 am Discussion
 11:55 am - 12:15 pm Ligia Martins (ITQB NOVA, Portugal, Portugal)
 "New Engineered Microbial Enzymes for Lignin Valorization"
 12:15 pm - 12:25 pm Discussion
 12:25 pm - 12:30 pm General Discussion
 12:30 pm - 1:30 pm Lunch
 1:30 pm - 4:00 pm Free Time
 4:00 pm - 6:00 pm Poster Session
 6:00 pm - 7:00 pm Dinner
 7:30 pm - 9:30 pm Process Engineering and Systems Analysis
 Discussion Leader: Hemant Choudhary (Joint BioEnergy Institute / Sandia National
 Laboratories, United States)
 7:30 pm - 7:40 pm Introduction by Discussion Leader
 7:40 pm - 7:50 pm Wouter Arts (KU Leuven, Belgium)
 "Feasibility of Wood as a Renewable Carbon Feedstock for the Production of
 Chemicals in Europe"

7:50 pm - 7:55 pm Discussion
 7:55 pm - 8:15 pm David Hodge (Montana State University, United States)
 "Impact of Processing History and Recovery Conditions on Lignin Coagulation, Filterability, Color, and Chemical Properties"
 8:15 pm - 8:25 pm Discussion
 8:25 pm - 8:45 pm Sander Van den Bosch (KU Leuven / Biocon, Belgium)
 "Beyond the Bench: Integrating Process Modelling and Experimental Scale-Up to Advance RCF Biorefining"
 8:45 pm - 8:55 pm Discussion
 8:55 pm - 9:15 pm Pahola Thathiana Benavides (Argonne National Laboratory, United States)
 "Life-Cycle Analysis of Lignin Conversion to Sustainable Aviation Fuel Blendstocks"
 9:15 pm - 9:25 pm Discussion
 9:25 pm - 9:30 pm General Discussion
 > July 19, Friday
 7:30 am - 8:30 am Breakfast
 9:00 am Departure

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研		3	2	
他部局		1			
学外		144	36	34	15
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -06				
研究集会 タイトル	第528回生存圏シンポジウム Plant Microbiota Research Network				
主催者	Plant Microbiota Research Network				
開催日	令和6年8月27日				
場 所	オンライン				
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 5			
関連分野	植物科学、微生物生態学、土壌科学				
概要	森林科学、植物科学、微生物学、土壌学等、幅広い分野からの講演とポスター発表を行うことにより、植物マイクロバイオータを広義に捉え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論し、生存圏科学の観点からその俯瞰を試みる。				
目的と具体的な 内容	植物と相互作用する多種多様な微生物の総体を植物マイクロバイオータと呼ぶが、植物マイクロバイオータは植物の生長・生理・病理に大きく影響する。植物マイクロバイオータ研究は次世代シーケンサを用いた大規模なメタゲノム解析や、大量の微生物の培養とそのゲノム解析などによって「誰がそこにいるか」という疑問の答えはかなり理解が進んできたといえる。その一方で、これらの微生物が植物とどのように相互作用し、植物の生理にどのように影響を与えているのか、また個々の微生物同士がお互いにどのように影響を与えあい、それが宿主植物との相互作用にどのように関与しているのかなど、その詳細な分子機構の理解へは至っていない。 本シンポジウムでは、2021年度に開催したPMRN、2022年度に開催したPMRN2022、2023年度に開催したPMRN2023と同様に森林科学、植物科学、微生物学、土壌学等、幅広い分野からの「マイクロバイオータ」という視点での講演とポスター発表を行い、植物マイクロバイオータを広義に捉え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論し、その俯瞰を試みた。				
生存圏科学の発 展や関連コミュ ニティの形成へ の貢献	生存圏研究所のミッション1の循環やミッション5の生理活性物質はマイクロバイオータの機能と関係が深い。本シンポジウムで、これまで狭義に捉えられてきた「植物マイクロバイオータ」という研究分野をより広義に捉え、実験室内での微生物-微生物相互作用の生化学的な理解から生存圏全体での重要性を考え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論することができた。産学官から多くの参加者があり、生存圏科学のコミュニティー形成に貢献した。				
プログラム	13:00 - 招待講演 草野都（筑波大学生命環境系） 土壌中の揮発性有機化合物プロファイリングとマルチオミックス解析による土壌環境評価 石澤秀紘（兵庫県立大学大学院工学研究科） ウキクサ根圏に”いつメン”共生細菌叢が生じる理由 PMRN2023 ポスター賞受賞者講演 平田梨佳子（京都大学大学院農学研究科） 葉圏細菌が植物の環境適応に与える影響とその分子基盤の解明に向けて 高松恭子（京都大学生存圏研究所） スフィンゴビウム属細菌のトマチン分解能がトマトと細菌間の相互作用に与える影響 ポスターセッション				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	4	3		
	他部局	7	5		
	学外	139	33	6	32
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -16	
研究集会 タイトル	第529回生存圏シンポジウム 中間圏・熱圏・電離圏研究会/ Mesosphere, thermosphere, and ionosphere Workshop	
主催者	名古屋大学宇宙地球環境研究所/国立極地研究所/京都大学生存圏研究所第529回生存圏シンポジウム/情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設	
開催日	令和6年9月17-20日	
場 所	九州工業大学戸畑キャンパス及びオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	令和6年9月17-20日にかけて中間圏・熱圏・電離圏 (MTI) 分野と密接な関わりを持つ「STE (太陽地球環境) 現象報告会」「超小型衛星を利用した超高層大気研究の将来ミッションの検討」「太陽地球環境データ解析に基づく超高層大気の空間・時間変動の解明～ IUGONET プロジェクト 15 年の歩みとその将来～」との合同で開催した。本研究集会 (MTI) では、招待講演を中心とした口頭発表セッションと若手や学生を中心としたポスター発表セッションを開催した。地球および他惑星に関連するMTI分野と工学・情報工学分野との分野横断型研究について活発な議論が行われた。	
目的と具体的な 内容	中間圏・熱圏・電離圏 (Mesosphere, Thermosphere and Ionosphere; MTI) 領域は、太陽や宇宙からの粒子及び電磁エネルギーの流入による影響に加え、下層大気から伝搬する大気波動などによって激しく変動する領域である。また同領域は、衛星測位に対する誤差要因など現代の社会基盤維持といった応用的な観点からも注目が高まっている。本研究集会は、上記のような MTI領域の特徴を意識し、この領域で生じている物理・化学過程の理解を深めること、および他の研究領域や社会への応用を俯瞰的に捉えることを目的とする。口頭発表 (9件、うち6件招待講演) では、招待講演を中心としたプログラム構成とし、太陽活動サイクル25極大期 (2025年ごろ) の到来と次期太陽活動サイクルを見据えて、太陽、気象、惑星科学などのMTI周辺分野に関する機械/深層学習、データ同化研究や、民間企業によるGNSS高密度電離圏データ計測による講演を企画実施した。一方で、MTI分野の学生・若手研究者の育成の観点から、合同ポスターセッション (ポスター27件) を中心に彼ら自身による研究発表と質疑応答の場を提供し、最新の研究成果を日本語で正確に発表するとともにその内容についての質疑応答時間を多くとるプログラム構成にした。ポスター発表は4つの研究会合同実施ということもあり、異分野間における参加者から多くの質問や議論が活発に行われ非常に活気あふれるポスターセッションとなった。各発表者が今後、研究を進めていく上での方針や新たな研究テーマを設定していくための重要な助言等を得ることができた	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本研究集会は、生存圏研究所が掲げる5つのミッションのうち、主として「環境診断・循環機能制御」(ミッション1)、「宇宙生存環境」(ミッション3)、「高品位生存圏：日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性」(ミッション5-3)に深く関連する。本研究集会が対象としているMTI領域は、太陽放射と太陽風のエネルギー流入による宇宙空間からの影響に加え、下層大気から伝搬する大気波動などによって激しく変動する宇宙圏と地球大気圏をつなぐ領域である。この領域で発生する諸現象の解明には、MTI分野と太陽から気象分野で活躍する研究者が連携した学際的な共同研究が不可欠である。このような背景から、本研究集会によって分野を横断する共同研究、研究者コミュニティの形成への貢献ができたと考える。一方で、MTI領域で発生する擾乱現象は、衛星測位誤差、通信電波伝搬障害、次世代衛星インターネットサービス基盤である衛星の大気圏再突入等の要因である。これらは、現代社会で不可欠な宇宙インフラおよび地上インフラに多大な影響を及ぼすため、MTI領域の研究結果は社会応用的な側面への貢献にもつながると期待される。例年に引き続き、本年もMTIと関連する研究集会と合同開催することにより、大気圏下層から宇宙圏にまたがる多圏間相互作用に関する理解深化の機会になった。	

プログラム

9月18日(水)@付属図書館(戸畑本館)4F AV ホール

【座長：新堀 淳樹(名古屋大)】

11:00-11:30 (招待講演) 太陽フレア放射とその電離圏・熱圏への影響 online 渡邊 恭子(防衛大)

11:30-12:00 (招待講演) データ圧縮手法を用いた太陽大気現象での深層学習モデリング 飯田 佑輔(新潟大学), Jalgamaa Batmunkh(新潟大学)

9月19日(木)@付属図書館(戸畑本館)4F AV ホール

【座長：富川 喜弘(極地研)】

13:30-14:00 (招待講演) 金星大気のGCM研究の紹介 杉本 憲彦(慶大), 藤澤 由貴子(慶大), 小守 信正(慶大), 安藤 紘基(京産大), 高木 征弘(京産大), 櫻村 博基(神戸大), 松田 佳久(東京学芸大), AFES-Venus & ALEDAS-V teams

14:00-14:30 (招待講演) 新観測手法で拓く南半球および中緯度帯における夜光雲の動態研究 鈴木 秀彦(明治大), 高田 拓(都立産業技術高専), 加藤 恵輔(明治大), 富川喜弘(極地研), 津田 卓雄(電通大), 石井 智士(立教大), Peter Dalin (IRF), 遠藤 哲歩(明治大), 川上 莉奈(明治大), 増田 歩音(明治大)

14:30-14:45 (休憩)

【座長：西岡 未知(NICT)】

14:45-15:15 (招待講演) Generation of Equatorial Plasma Bubbles by Marapi Volcano Eruption Septi Perwitasari (NICT), Michi Nishioka (NICT), Yuichi Otsuka (ISEE Nagoya University), Susumu Saito (ENRI), Asnawi Husein (BRIN), Annis Siradj Mardiani (BRIN), Pornchai Supnithi (KMITL), Punyawi Jamjareegulgarn (KMITL), Tharadol Komolmis (CMU)

15:15-15:30 (一般講演) 2013年3月磁気嵐時のプラズマバブル衰退時における南北非対称性に対するGAIAモデルを用いた初期解析結果 惣宇利 卓弥(京大 RISH), 新堀 淳樹(名大 ISEE), 埜 千尋(NICT), 陣 英克(NICT), 大塚 雄一(名大 ISEE), 西岡 未知(NICT), Septi Perwitasari (NICT)

【座長：中田 裕之(千葉大)】

15:30-16:00 (招待講演) 全国3,300点以上のGNSS 独自基準点を運用するソフトバンクの取り組みについて 西村 嘉祐(ソフトバンク株式会社/ALES株式会社), 池田 将平(ソフトバンク株式会社/ALES株式会社)

16:00-16:15 (一般講演) GPS及びイオノゾンデ観測に基づく中規模伝搬性電離圏擾乱とスホラディックE層の結合過程の統計解析 渡辺 一唯(名大 ISEE), 大塚 雄一(名大 ISEE), 新堀 淳樹(名大 ISEE), 惣宇利 卓弥(京大 RISH), Veera Kumar Maheswaran (SASTRA Deemed University), 西岡 未知(NICT), Perwitasari Septi (NICT)

16:15-16:30 (一般講演) FMCW方式短波ドップラー観測を用いた夏季夜間スホラディックE移動特性の研究 齋藤 龍之介(電通大), 細川 敬祐(電通大), 並木 紀子(電通大), 野崎 憲朗(電通大), 中田 裕之(千葉大), 坂井 純(電通大), 富澤 一郎(電通大)

「合同ポスターセッション」

9月20日(金)@百周年中村記念館 1Fフォーラム

09:00-12:00 (ポスターコアタイム)

P01 シングルボードコンピュータを利用した小型デジカメシステムの開発と多点観測 津田 卓雄(電通大), 青木 猛(電通大)

P02 トロムソNaライダーに適用する時間差マルチビーム観測方式の開発 佐藤 洸太(電通大), 津田 卓雄(電通大), 雁金 沙弥香(電通大), 青木 猛(電通大), 齋藤 徳人(理研), 野澤 悟徳(名大), 川端 哲也(名大), 川原 琢也(信大), 高橋 透(海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)

P03 ひまわり 8号/9号のPMC検出結果の比較と2015-2024年のPMC変動の解析 森山 陽介(電通大), 津田 卓雄(電通大), 安藤 芳晃(電通大), 村田 健史(NICT)

P04 高緯度帯観測に特化した夜光雲観測カメラの開発—キルナにおける試験観測 遠藤 哲歩(明治大), 川上 莉奈(明治大), 増田 歩音(明治大), Peter Dalin (IRF), 津田 卓雄(電通大), 鈴木 秀彦(明治大)

P05 船上での夜光雲観測のための小型係留気球システムの開発—南極昭和基地における試験観測 川上 莉奈(明治大), 高田 拓(産技高専), 加藤 恵輔(明治大), 生亀 弘務(信州大, 産技高専), 鈴木 悠泰(産技高専), 遠藤 哲歩(明治大), 吉田 理人(総研大), 富川 喜弘(総研大, 極地研), 津田 卓雄(電通大), 石井 智士(立教大), 鈴木 秀彦(明治大)

P06 Using Ionospheric Tomography to Analyze the April 8, 2024, North American Total Solar Eclipse Event 林家齊(成大 EARS)

- P07 一般化オーロラトモグラフィ解析の高速化の検討 田中 良昌 (極地研), 小川 泰信 (極地研), 門倉 昭 (極地研), 吹澤 瑞貴 (極地研), 細川 敬佑 (電通大), 津田 卓雄 (電通大)
- P08 超高高度オーロラ加速領域の総合解析 今城 峻 (京大地磁気), 三好 由純 (名大 ISEE), 風間 洋一 (Academia Sinica), 浅村 和史 (ISAS), 篠原 育 (ISAS), 塩川 和夫 (名大 ISEE), 笠原 禎也 (金沢大), 笠羽 康正 (東北大), 松岡 彩子 (京大地磁気), S.-Y. Wang (Academia Sinica), S. W. Y. Tam (台湾中央大學), T.-F. Chang (台湾中央大學), B.-J. Wang (Academia Sinica), C.-W. Jun (名大 ISEE), 寺本 万里子 (九州工業大), 栗田 怜 (京大 RISH), 土屋 史紀 (東北大), 熊本 篤史 (東北大), 齋藤幸碩 (東北大), 堀 智昭 (名大 ISEE)
- P09 ファブリ・ペロー干渉計を用いた波長427.8nmの青いオーロラの観測における測定誤差の原因の検討 菊池 大希 (名大 ISEE), 塩川 和夫 (名大 ISEE), 大山 伸一郎 (名大 ISEE), 小川 泰信 (極地研), 栗原 純一 (情報大)
- P10 IAR cavity 領域に関する人工衛星・レーダー観測レビューと2次元 ideal MHD シミュレーションの比較 川上 航典 (九大), 吉川 顕正 (九大)
- P11 熱圏中性大気組成観測に向けた質量分析器開発の現状 米田 匡宏 (京大), 齊藤 昭則 (京大), 齋藤 義文 (宇宙研)
- P12 DMSP 衛星観測データを用いた表面帯電を引き起こす高エネルギー電子条件の検討 升野 颯人 (九工大), 寺本 万里子 (九工大), 荒木 大智 (九工大), 北村 健太郎 (九工大), 奥村 哲平 (JAXA), 古賀 清一 (JAXA), 岡本 博之 (JAXA)
- P13 地球近傍においてあらせ衛星が取得した地磁気データの正確性の調査 久田 大生 (九工大), 寺本 万里子 (九工大), 松岡 彩子 (京都大), 山本 和弘 (名古屋大学), 三好 由純 (名古屋大), 篠原 育 (JAXA, ISAS), 北村 健太郎 (九工大)
- P14 BBMを用いた小型ベクトル・スカラー磁力計の制御部分の開発及び磁力計較正システムの数値的検討 福元 笑美乃 (九工大), 寺本 万里子 (九工大), 魚住 禎司 (九大/国際宇宙惑星環境研究センター), 北村 健太郎 (九工大)
- P15 観測ロケットによるラングミュアプローブ観測におけるロケットウエークの影響の検討 上田 遥介 (京大理), 齊藤 昭典 (京大理), 阿部 琢美 (JAXA)
- P16 観測ロケットによる電離圏直接観測: RIDEキャンペーン 齊藤 昭則 (京大理), RIDE キャンペーングループ
- P17 S-520-32に搭載されたGNSS受信機とビーコン受信機によるEs層とF領域構造の比較 高橋 透 (ENRI, MPAT), 齋藤 享 (ENRI, MPAT), 山本 衛 (京大RISH), 芦原 佑樹 (奈良高専), 熊本 篤志 (東北大), 篠原 学 (鹿児島高専)
- P18 イオノゾンデ受信機網によるEs層の水平移動の観測 古城 侑季 (京大), 齊藤 昭則 (京大), 西岡 未知 (NICT), 前野 英生 (NICT), 近藤 巧 (NICT)
- P19 HFドップラー観測におけるFMCWを用いた測距観測の初期結果報告 中田 裕之 (千葉大工), 細川 敬祐 (電通大), 野崎 憲朗 (電通大), 並木 紀子 (電通大), 坂井 純 (電通大), 富澤 一郎 (電通大), 有澤 豊志 (電通大)
- P20 HF帯正常波と異常波の電離圏伝搬中における伝搬経路・減衰計算 阿部 祥大 (千葉大学大学院融合理工学府), 中田 裕之 (千葉大学大学院融合理工学府), 大矢 浩代 (千葉大学大学院融合理工学府)
- P21 イオノゾンデ観測の見かけ高度校正状況 西岡 未知 (NICT), 津川 卓也 (NICT)
- P22 南極昭和基地における電離圏観測: 2024年5月イベント解析 埜 千尋 (NICT), 西岡 未知 (NICT), 南極WG (NICT)
- P23 HFドップラー観測とインフラサウンド観測を用いた2022年台風NANMADOL接近から通過に伴う電離圏擾乱の解析 榎本 陸登 (千葉大), 中田 裕之 (千葉大), 細川 敬祐 (電気通信大), 大矢 浩代 (千葉大)
- P24 小規模山岳で励起された山岳波の高層大気への伝搬特性の解明 石井 智士 (立教大), 鈴木 秀彦 (明治大)
- P25 領域気象モデルWRFとGNSS-TECの比較 木暮 優 (九州大), Huixin Liu (九州大), 西岡 未知 (NICT), Septi Perwitasari (NICT)
- P26 アメリカ域GNSS観測に基づく中緯度プラズマバブルの統計的特性 加藤 颯太 (ISEE), 大塚 雄一 (ISEE), 野澤 悟徳 (ISEE), 新堀 淳樹 (ISEE), 惣宇利 卓弥 (京大 RISH), 西岡 未知 (NICT), Septi Perwitasari (NICT)
- P27 CEJ発生日の南米プラズマバブル成長イベント検証 加藤 彰紘 (九大), 藤本 晶子 (九工大), 吉川 顕正 (九大理), 九大 i-SPES), 久保 友樹 (新潟大学)

参加者数	合計		内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	5			
	他部局	9	4		
	学外	131	49	9	7

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 19	
研究集会 タイトル	第530回生存圏シンポジウム STE 研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて)	
主催者	世話人：阿部 修司（九州大学 国際宇宙惑星環境研究センター）、海老原 祐輔（京都大学 生存圏研究所）、西谷 望（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）、久保 勇樹（情報通信研究機構 宇宙天気予報グループ）	
開催日	令和6年9月18日-19日	
場 所	九州工業大学戸畑キャンパス及びオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	3
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	第530回生存圏シンポジウム「STE 研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ（第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて）」を、令和6年9月17-20日に、4研究集会の合同集会のひとつとして、九州工業大学及びオンラインのハイブリッドで開催した。研究集会では、第25太陽活動周期の極大期で活発になった諸々の宇宙天気現象の概況や、令和6年5月に発生した巨大地磁気嵐の速報解析、宇宙天気予報発信の概要、その他超高層大気物理学に関連する多数の発表、活発な議論がおこなわれた。	
目的と具体的な 内容	本研究集会は、太陽から地球までの現象を一つの宇宙天気現象と捉えるとともに、宇宙天気現象の予測精度向上につなげるという視点を重要テーマと位置づけて開催された。現地参加が難しい研究者や学生のため、九州工業大学での現地開催に加え、Zoomを用いたオンラインのハイブリッド研究集会とした。また、「MTI研究集会」、「超小型衛星を利用した超高層大気研究の将来ミッションの検討」、「太陽地球環境データ解析に基づく超高層大気の空間・時間変動の解明」との合同集会として開催した。研究集会では、極大期で活発になった最近の宇宙天気現象について複数の機関から報告がおこなわれた。また、2024年5月始めに発生したDst指数-400nTを超える巨大宇宙嵐イベントや、情報通信研究機構が発信している宇宙天気予報の概要など、多数の興味深い講演がおこなわれた。参加者は学部生からシニアまで、さらには研究職以外の方を含み、それぞれの立場から活発な議論がおこなわれた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏の現況を把握するためには、その環境に大きく作用する太陽-地球結合の物理を広く理解する必要がある。本研究集会は、主に太陽地球系全体に関連する複合現象を取りあげ、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなど様々な手法を用いて、太陽-地球結合をひとつのシステムとして理解することを目的として開催され、生存圏科学の発展に大きく貢献した。また、ハイブリッドかつ2研究集会との合同集会として開催することで、分野間の接合と活発な議論の場を提供し、関連コミュニティの形成・発展に貢献した。	

プログラム	<p>9月18日（水）@附属図書館（戸畑本館）4F AVホール 【座長：惣宇利 卓弥（京大 RISH）】 13:30-13:50（一般講演）宇宙天気長期変化の概況報告 online 篠原 学（鹿児島高専） 13:50-14:10（一般講演）期間概況報告 阿部 修司（九大 i-SPES） 14:10-14:30（一般講演）2024年前半における宇宙線中性子観測データ 渡邊 堯（宇宙線 WDC） 14:30-14:50（一般講演）地磁気現象概況報告（2024年1月～2024年8月） 飯塚 ふうな（気象庁地磁気観測所） 14:50-15:00（休憩） 【座長：林 萌英（九大）、川上 航典（九大）】 15:00-15:20（一般講演）EE-index に基づく赤道地磁気活動の概況報告 加藤 彰紘（九大）、魚住 禎司（九大 i-SPES）、藤本 晶子（九工大）、阿部 修司（九大 i-SPES）、ギルギス キロロス（九大 i-SPES）、吉川 顕正（九大理、九大 i-SPES） 15:20-15:40（一般講演）現象報告期間（2024.02-2024.09）におけるSuperDARN観測報告 西谷 望（名大 ISEE）、堀 智昭（名大 ISEE）、新堀 淳樹（名大 ISEE）、細川 敬祐（電通大）、尾花 由紀（九大）、寺本 万里子（九工大）、SuperDARN Pis 15:40-16:00（一般講演）NICT電離圏概況 online 西岡 未知（NICT）、埜 千尋（NICT）、NICT電離圏ワーキンググループ 16:00-16:20（一般講演）2024年5月磁気嵐中の磁気圏質量密度の異常増加について 尾花 由紀（九大 i-SPES） 16:20-16:40（一般講演）SDRを用いた電離圏シンチレーション機器開発と2024年5月磁気嵐事例の計測報告 藤本 晶子（九工大）、阿部 修司（九大 i-SPES）、中村 駿仁（九工大）、牛王 悠輝（九工大）、成合 秀飛（九工大） 17:00-17:40 九工大超小型試験センター 施設見学</p> <p>9月19日（木）@附属図書館（戸畑本館）4F AVホール 【座長：田中 良昌（NIPR）】 10:00-10:20（一般講演）An Auroral Electrojet Spike Event during the April 2023 Geomagnetic Storm online Shin Ohtani (JHU/APL), Ying Zou (JHU/APL), Jesper W. Gjerloev (JHU/APL) 10:20-10:40（一般講演）NICT宇宙天気予報の概要 久保 勇樹（NICT） 10:40-11:00（一般講演）SuperDARN北海道-陸別第一レーダーにおけるイメージング化のデータ処理について 早水 翔大（名大 ISEE）、西谷 望（名大 ISEE）、濱口 佳之（名大 ISEE）、堀 智昭（名大 ISEE）、新堀 淳樹（名大 ISEE） 11:00-11:20（一般講演）複数衛星観測による太陽風擾乱の解析 online 亘 慎一（NICT） 11:20-11:40（一般講演）OSIRIS-RExカプセル再突入（2023年9月24日）における、VLF電波・インフラサウンド観測の比較解析 渡邊 堯（NICT）、小林 美樹（日本流星研究会）</p>				
	参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方
	生存研		5	3	
	他部局		7	3	
	学外		101	33	7
その他特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -17	
研究集会 タイトル	第531回生存圏シンポジウム 太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用	
主催者	新堀 淳樹(名古屋大学宇宙地球環境研究所)	
開催日	令和6年9月17-20日	
場 所	九州工業大学戸畑キャンパス及びオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学、データ科学	
概要	令和6年9月17日から20日にかけて太陽地球系物理学分野のデータ解析手法とその応用分野と密接な関わりを持つ「STE（太陽地球環境）現象報告会」「超小型衛星を利用した超高層大気研究の将来ミッションの検討」「中間圏・熱圏・電離圏（MTI）」との合同で開催した。本研究集会は、研究発表セッション（口頭+ポスター発表）とデータ解析講習会の2部構成で行った。口頭発表枠は、大学間連携プロジェクト「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究（Inter-university Upper atmosphere Global Observation Network: IUGONET）」の概要とデータ公開・解析基盤の開発・運用、プロジェクト活動を通じた国際ネットワークの構築とサイエンス成果、メタデータ可視化向上とDOI付与、将来計画などの講演が行われた。また、データ解析講習会では、大学院生・学部生向けにPythonベースのデータ解析ツール(PySPEDAS)の使用法についての講習を実践形式で行った。	
目的と具体的な 内容	本研究集会は、「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究（略称：IUGONET）」プロジェクトが主催する研究集会である。地球の超高層大気は、太陽系空間からのエネルギー入力に加えて、下層大気からの影響も受けて変動する。よって、超高層大気における多様な現象を解明するには、全球にわたる3次元結合系を考慮する必要があり、極域から赤道に至る全球的な地上観測や宇宙空間からの衛星観測から得られた多様な観測データ、及び、シミュレーションデータを組み合わせた複合解析が欠かせない。このような背景の下、各々のデータに効果的な解析手法（機械学習などのデータサイエンス手法等）とそれに必要な様々な解析ツールやデータベース（例えば、データ検索・取得・可視化サービスや統合解析ツール）が開発されてきた。しかしながら、これらの解析手法やツールの情報は、世代を超えた研究者間で共有されるようになってきたが、学生や若手研究者が自らの研究課題に対しての成果創出には多くの時間と自努力が必要である。 本研究集会では、太陽地球系物理学分野の研究者・学生、データ所有者、データベース・解析ツール開発者が一堂に会し、お互いの知識を共有し、各々の研究者にとって最適な解析方法、研究フローを構築することを目的とする。本目的を達成するために令和6年度の研究集会では、IUGONETプロジェクトの概要、15年間の成果報告と現状、プロジェクトに関連したデータ公開・解析基盤の開発・運用、IUGONETの活動を通じた国際ネットワーク構築、メタデータ可視化向上とDOI付与、将来計画などの講演からなるプログラム構成とした。また、プロジェクト発足当時に活躍されていた先生・開発員から、当該分野におけるデータ体制整備の歴史や、IUGONETの発足の背景、メタデータフォーマット選定について、今後のIUGONETへの期待、などの講演があった。さらに、様々な分野で活躍されている研究者や学生から、それぞれの分野の最先端の研究成果に加えて、データサイエンスへの取り組みの現状と今後に関して講演があった。あわせて、合同ポスターセッションや、学生・若手へのデータサイエンス教育の一環として、Pythonベースのソフトウェアによるデータ解析講習会を実施した。	

<p>生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献</p>	<p>本研究集会は、人類の生存環境である大気圏と宇宙圏との境界領域である超高層大気で起こる様々な長期・短期現象を理解するために、最新のデータ解析手法の共有と多種多様な太陽地球観測データの利用促進を目的としており、生存圏研究所の主要研究ミッション1「環境診断・循環機能制御」、ミッション3「宇宙生存環境」、ミッション5-3「日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性」に深く関連する。これまで大学間連携プロジェクト「IUGONET」で開発してきた太陽地球物理学分野のデータベースと異種のデータセットを組み合わせて1元的に解析やデータの可視化を行うデータ解析ツールは、これまで長年にわたり生存圏研究所が取得してきた信楽MUレーダーをはじめとする各種の測器で得られた大気圏観測データに応用可能である。さらに将来的には、生存圏研究所が主導している大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」や生存圏フラッグシップ共同研究「赤道ファウンテン」の研究創出に向けたインフラの整備、研究コミュニティの形成、若手研究者の育成に繋がると考えられる。このような背景の下、例年に引き続き、本年も太陽地球系物理学分野のデータ解析手法とその応用に関連する研究集会と合同開催した。その結果、その結果、個人の努力のみでは非効率だった研究方法が改善され、短期間で高度な研究成果を創出するための研究環境が整い、本人の研究能力向上に役立てられている。実際に本研究集会に継続して参加している修士・博士課程に在籍する学生らの筆頭査読論文が年10本以上出版されており、中には地球電磁気・惑星圏学会(SGEPSS)等における学生発表賞、SGEPSS論文賞を受賞した参加者も出ている。また、データ解析講習セッションの開催により、学生や若手研究者が太陽地球系物理学分野のデータの総合解析を主体的に推進できるようになることが期待される。一方、2017年度以降からは本研究集会と関連のある「中間圏・熱圏・電離圏研究会」、「超小型衛星を利用した超高層大気研究の将来ミッションの検討」及び「STE現象報告会」との合同研究集会として開催しており、参加者が太陽地球系物理学分野の現象の理解、データ解析手法、最新の研究成果とその動向を学べるようになってきている。これにより、関連分野のコミュニティ形成に寄与するとともに他分野との融合研究への発展等が期待される。また、本シンポジウムの経費は唯一学部生に旅費を支弁できるため、学部の段階から本研究集会に参加することで、データ解析のノウハウを身につけることができ、今後の大学院での研究成果創出の貢献への期待が持てる。</p>
<p>プログラム</p>	<p>口頭発表プログラム 9月17日(火) @付属図書館(戸畑本館)4F AV ホール 【座長: 田中 良昌(極地研), 新堀 淳樹(名大 ISEE), 阿部 修司(九大 i-SPES)】 13:00-13:10(一般講演) IUGONET プロジェクトの概要と基盤開発 田中 良昌(極地研), 阿部 修司(九大), 今城 峻(京大), 能勢 正仁(名市大), 新堀 淳樹(名大), 上野 悟(京大) 13:10-13:20(一般講演) IUGONET プロジェクトの活動を通じたサイエンス成果 新堀 淳樹(名大), 田中 良昌(極地研), 阿部 修司(九大), 今城 峻(京大), 上野 悟(京大), 能勢 正仁(名市大) 13:20-13:30(一般講演) IUGONET におけるメタデータ可視化向上と DOI 付与 能勢 正仁(名市大), 新堀 淳樹(名大), 阿部 修司(九大), 田中 良昌(極地研), 今城 峻(京大), 上野 悟(京大) 13:30-14:00(招待講演) 地球電磁気学・太陽地球系物理学のデータ体制整備の歴史 荒木 徹(前京大理) 14:00-14:20(一般講演) PWING/PBASE と IUGONET の関わりと現状 塩川 和夫(名大 ISEE) 14:20-14:40(一般講演) 大型研究「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」紹介とこれまでの経緯 山本 衛(京大 RISH) 14:40-15:00(招待講演) 次世代の太陽風観測と太陽地球系 岩井 一正(名大 ISEE) 15:00-15:20(休憩) 15:20-15:40(招待講演) IUGONET プロジェクトの事始め 佐藤 夏雄(国立極地研究所) 15:40-16:00(招待講演) 宇宙活動の長期的持続可能性に影響するスペースデブリと地球温暖化 花田 俊也(九大) 16:00-16:20(招待講演) 国立天文台における太陽データアーカイブ・配布・解析システム (SDAS/MDAS)下条 圭美(NAOJ) 16:20-16:40(招待講演) IUGONET メタデータアーカイブへの GAIA シミュレーションデータの登録と DOI 登録システム 埜 千尋(NICT), 陣 英克(NICT), 新堀 淳樹(名大 ISEE), 能勢 正仁(名市大), 田中 良昌(極地研), 阿部 修司(九大), 村山 泰啓(NICT), 品川 裕之(九大), 三好 勉信(九大), 藤原 均(成蹊大)</p>

16:40-17:00 (招待講演) 九州大学機関リポジトリにおける i-SPES 地磁気観測データのメタデータ登録
 芦北 卓也 (九州大学附属図書館)
 17:00-17:20 (一般講演) IUGONET メタデータの来し方行く末
 堀 智昭 (名大 ISEE)
 17:20-17:40 (招待講演) Post midnight に観測された STEVE のような発光現象
 南條 壮汰 (IRF), Gabriel A. Hofstra (写真家), 塩川 和夫 (名大 ISEE), 新堀 淳樹 (名大 ISEE), 野澤 悟徳 (名大 ISEE), 細川 敬祐 (電通大)
 17:40-18:00 (招待講演) 今後の IUGONET への期待
 藤井 良一 (極地研)

9月18日 (水) @付属図書館 (戸畑本館) 4F AV ホール

【座長: 能勢 正仁 (名市大)】

09:00-09:20 (招待講演) 地上磁場観測と FM-CW レーダーを用いたサブストーム時の全球電磁場応答の解析

林 萌英 (九大), 吉川 颯正 (九大), 大谷 晋一 (ジョンズホプキンス大学応用物理研究所), 西村 幸敏 (ポストン大学), 藤本 晶子 (九工大)

09:20-09:40 (招待講演) 拡張 Kalman フィルタ法で訓練された回帰型ニューラルネットによる地磁気永年変化の短期予測

佐藤 匠 (京大), 藤 浩明 (京大)

09:40-10:00 (一般講演) 全天画像から雲の時空間分布を作成するシステムの開発

石井 智士 (立教大), 富川 喜弘 (NIPR, 総研大, ROIS-DS), 田中 良昌 (ROIS-DS, NIPR, 総研大), 門倉 昭 (ROIS-DS, NIPR, 総研大)

10:00-10:20 (一般講演) 飛騨天文台 SMART で観測された太陽活動現象カタログ ~ 現象に紐づいたデータ検索に向けたカタログ整備 ~

伊集 朝哉 (京大・理・附属天文台), 永田 伸一 (京大・理・附属天文台), 石井 貴子 (京大・理・附属天文台), 上野 悟 (京大・理・附属天文台)

10:20-10:40 (招待講演) エミュレータへのデータ同化と極域電離圏再解析データ作成への展望

中野 慎也 (統数研/ROIS DS), Sachin Reddy (極地研), 片岡 龍峰 (極地研), 中溝 葵 (NICT), 藤田 茂 (ROIS DS/統数研)

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研		5	2	
	他部局		9	4	
	学外	124	50	1	4
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-symposium-10	
研究集会 タイトル	第532回生存圏シンポジウム 第18回MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム	
主催者	京都大学生存圏研究所	
開催日	令和6年9月26-27日	
場 所	オンライン (Zoom)	
関連ミッション等 (該当する番号を記載、複数可)	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	地球物理・気象・気候・リモートセンシング・情報通信	
概要 (100~200字程度)	本研究集会では、MUレーダー・赤道大気レーダー共同利用により得られた研究成果のほか、大気レーダー・大気科学に関連する研究成果や計画について報告・議論された。16件の発表が全て口頭発表で行われ、活発な議論が展開された。プロシーディング集を編集し、ホームページで公開した。	
目的と具体的な 内容	<p>MUレーダーは滋賀県甲賀市信楽町に位置する中層・超高層及び下層大気観測用VHF帯大型レーダーで、1984年の完成後すぐから全国国際共同利用に供されてきた。2003年度に「MUレーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージング観測などの機能向上が図られている。MUレーダーは、アクティブ・フェーズドアレイシステムを用いた世界初の大規模大気レーダーとして、大気科学やレーダー技術の発展に貢献したことが評価され電気・電子・情報・通信分野の世界最大の学会であるIEEEより、IEEEマイルストーンに認定された。また、国内の電子情報通信学会マイルストーン、電気学会「でんきの礎」にも認定された。一方、インドネシア共和国西スマトラ州に位置する赤道大気レーダー(EAR)は、2000年度末に完成した大型大気観測用レーダーで、2005年10月からEARとその関連設備の全国国際共同利用を行っている。本研究集会では、共同利用により得られた研究成果のほか、大気レーダー・大気科学に関連する研究成果や計画について報告・議論することを目的とする。</p> <p>従来MUレーダーシンポジウム、赤道大気レーダーシンポジウムとして別々に研究集会を開催してきたが、両レーダーの連携した共同利用研究を一層促進するために、2012年6月に両共同利用委員会を統合したことを受けて、2012年度よりMUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウムとして開催している。本シンポジウムでは、16件の発表が全て口頭発表で行われ、1件当たり20分の時間を取り、十分な議論を行うことができた。オンラインで開催し、海外からの発表もあった。また、発表内容を記録に残すため、プロシーディング集としてホームページに掲載した。</p>	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	<p>本シンポジウムは、生存圏研究所が掲げる5つのミッションのうち、主としてミッション1「環境診断・循環機能制御」に、一部ミッション3「宇宙生存環境」およびミッション5「高品位生存圏」に関連するものである。生存圏研究所では、生存圏科学の重要地域の一つとして低緯度赤道域に注目し、大気科学の分野において、長年に渡ってインドネシアとの研究協力を進め、赤道大気レーダーを設置しインドネシア国立研究革新庁(BRIN)との協力のもとで運営している。また、信楽MU観測所では国内の大気環境計測の重要地点として、MUレーダーを中心として様々な測器の開発、観測実験が実施されている。本シンポジウムでは、MUレーダー・赤道大気レーダーを中心として中緯度・赤道熱帯域で進行中の生存圏科学に関する研究活動の活発な議論が展開された。</p>	
	<p>2024年9月26日 (座長：橋口浩之)</p> <p>14:00-14:10 MUレーダー・赤道大気レーダー共同利用の現状 MUレーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員長 橋口浩之</p> <p>14:10-14:30 信楽イオノズonde観測の自動読み取りシステムとfoF2の長期統計解析 横山竜宏・劉鵬・采山裕紀・寺内充(京大RISH)</p> <p>14:30-14:50 機械学習を用いた電離圏擾乱現象自動検出モデルの作成 春名健太郎・劉鵬・采山裕紀・横山竜宏(京大RISH)</p> <p>14:50-15:10 2023年11月5日の磁気嵐に伴う電離圏変動の3次元構造</p>	

プログラム	齋藤享(電子航法研)・野崎太成・山本衛(京大RISH) (座長: 横山竜宏) 15:20-15:40 Lifetime and zonal migration of equatorial plasma bubble observed using the Indonesian ROTI map Prayitno Abadi (BRIN)・Yuichi Otsuka (ISEE, Nagoya Univ.) 15:40-16:00 High-resolution 3-D imaging of electron density perturbations using ultra-dense GNSS observation networks in Japan Weizheng Fu・Yuichi Otsuka (ISEE, Nagoya Univ.)・Nicholas Ssessanga (Univ. Oslo) 16:00-16:20 Spatiotemporal Prediction of Ionospheric Total Electron Content Based on Machine Learning Liu Peng (RISH, Kyoto Univ.) 2024年9月27日 (座長: 橋口浩之) 10:00-10:20 鉛直上向き気象レーダーと大気レーダーを用いたブライトバンド近傍における層状性降水成長過程の観測 重尚一・中村聡恵・戸田望(京大理)・後藤悠介・篠田太郎(名大ISEE)・橋口浩之(京大RISH) 10:20-10:40 2024年梅雨時期におけるライダーとレーダーによる雲・降水観測の初期解析結果 柴田泰邦(都立大)・重尚一(京大理)・矢吹正教・橋口浩之(京大RISH) 10:40-11:00 MUレーダーとMRRによるブライトバンドの同時観測 佐伯悠太郎・下舞豊志(島根大)・橋口浩之(京大RISH) 11:00-11:20 Using MU radar data (1987-2022) to re-examine the seasonal dependence of atmospheric parameters Luce Hubert・Hashiguchi Hiroyuki・Tsuda Toshitaka (RISH, Kyoto Univ.) 11:20-11:40 MUレーダー観測に基づいた台風のメソスケール風速場の特徴について 柴垣佳明(大阪電通大)・橋口浩之・Hubert Luce(京大RISH)・山本真之(NICT)・山中大学(地球研) (座長: 橋口浩之) 13:00-13:20 赤道大気レーダと下部対流圏レーダを組み合わせた降水雲内の大気鉛直流の推定-2 戸田望・重尚一(京大理)・Christopher R. Williams (Univ. Colorado Boulder)・西憲敬(福岡大理)・橋口浩之(京大RISH) 13:20-13:40 Ku帯およびKa帯衛星回線の降雨減衰比と周波数スケーリング法の検討 前川泰之(大阪電通大) 13:40-14:00 車載ライダーによる山岳・寒冷地の大気エアロゾル立体観測 矢吹正教(京大RISH)・三浦和彦(東京理科大、富士山環境研究センター)・平沢尚彦(極地研) 14:00-14:20 1.3GHz帯大気レーダーを用いたMIMOレーダーの開発 橋口浩之・石井佑奈・西村耕司(京大RISH)					
	参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
		生存研	13	3		
		他部局	5	2		
		学外	34	6	2	3
	その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 05	
研究集会 タイトル	第533回生存圏シンポジウム Nanobubble2024	
主催者	京都大学生存圏研究所 上田 義勝	
開催日	令和6年10月10日－12日	
場 所	京都大学宇治キャンパス おうばくプラザ	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 5
関連分野	化学工学、環境工学、農学、理学、医学、生命科学	
概要	Nanobubble2024国際会議を京都大学宇治キャンパス・おうばくプラザにて開催し、76件の講演と、155人の参加人数があった。非常に幅広い分野からの発表が多く、天候にも恵まれ活発な議論を進めることができた。	
目的と具体的な 内容	Nanobubble国際会議は、これまでにマクデブルク(2022)、蘇州(2018)、コフスハーバー(2017)、上海(2014)、レ・シュシュ2012)と5回の会議が行われてきており、ナノバブルおよびナノ液滴の分野における最新の進展を踏まえた発表が行われてきた。2024年度は、これをさらに発展させてファインバブルなどのサイズの気泡に関する議論を進め、数多くの世界中の研究者と対面での議論を進めていく。会議では、最新の実験データや現象、理論およびモデリングからの新たな洞察、先端的なナノ特性評価技術、さらには生物学、環境保護と修復、医療など多岐にわたる分野における気泡の応用に関する興味深い発表が行われた。本国際会議においては、総参加人数は155名であり、その内訳の上位としては、日本：60名、中国：31名、米国：12名となった。また、学生参加も国内外合わせて26名あり、学生同士の交流も活発に行うことができた。生存圏科学とNanobubble研究とのかかわりについては、冒頭の開会あいさつにおいて山本所長からもご紹介頂き、参加者からも生存圏科学に関しての話題も挙がり、活発な議論が進んだ。招待講演では、気泡研究やナノ技術の専門家が集まり、最新の研究成果が発表された。主要な講演者の一人である Prof. Dr. Claus-Dieter Ohl は、ドイツの Otto-von-Guericke University Magdeburg に所属する教授であり、高速流体力学やキャビテーションの医療応用に関して講演いただいた。また、Prof. Dr. Koichi Terasaka は、慶應義塾大学の教授で、ファインバブル技術の研究に長年取り組み、ファインバブルの生成や評価技術の紹介をしていただいた。さらに、Prof. Dr. Agata A. Exner は、米国の Case Western Reserve University School of Medicine の教授であり、ナノバブルを用いた新しい医療技術の開発に注力している。この他にも、世界中の研究者が参加し、ナノバブルや微細気泡技術の多様な応用について議論された。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	Nanobubble技術は気泡と水（液体）に関する講演が多く、応用利用範囲が非常に広い。そのため、環境問題解決としてのNanobubble研究（農学、化学工学、環境工学）や、医療に関する最新の研究成果（ドラッグデリバリー等）など、様々な研究発表があった。生存圏科学は、人間が健やかに、環境・エネルギー・資源問題の包括的な解決を目指しており、一方でNanobubble技術は、水質浄化や環境保護、再生医療など、さまざまな分野で応用可能性が高く、持続可能な社会に向けた具体的な技術的解決策の一つとなっている。生存圏科学の視点からも、Nanobubbleは環境問題の解決に向けた有力な技術として期待されている。本会議の中でも、例えばグアテマラの研究者は自身の国が抱える水質汚染の問題解決を探っており、本会議に参加することで、多数の知己を得ることができ、新たな研究課題解決についてのアイデアが浮かんだという話をしていた。また、ベトナムやインドネシアの研究者とも将来の生存圏解決課題についての議論を行ったりもしている。各国がかかえる環境問題を、国の垣根を超えて柔軟に京都にて議論できる場を本シンポジウムにて儲けることができたことは、非常に価値が高く、今後のコミュニティ発展も行うことができた。尚、本シンポジウムにて現在共同で連絡が可能なメールアドレスでの連絡網を作成しつつあり、今回参加できなかった海外の学生（例えばフランスの学生）によるオンライン講演会なども行うことで、活動を活発に行っていく予定である。	

Oct. 10 Kihada Hall
 10:00 opening
 10:10 Keynote (Prof. Dr. Wen Zhang)
 Nanobubbles and their Environmental and Agricultural Applications ""
 10:55 Invited I (Prof. Samir Khanal)
 Nanobubble Applications in Environmental Remediation and
 Agriculture : Challenges and Opportunities ""
 11:25 Breaks (Coffee Break)
 (No food or drinks allowed in Kihada Hall) ""
 11:40 Ty Shitanaka*, Kyle R. Marcelino, Manpreet Kaur, K.C. Surendra, Samir K. Khanal , Department of
 Molecular Biosciences & Bioengineering, University of Hawaii at Manoa, Nanobubble Technology Can
 Improve Mass Transfer Of Co2 For Algal Cultivation, AB00047
 11:55 Shreeja Lopchan Lama, Kyle Rafael Marcelino, K.C. Surendra, Samir K. Khanal* , Department of
 Civil, Environmental and Construction Engineering, University of Hawai'i at Mānoa, Application Of
 Nanobubbles And Biochar In Aquaponics: Effects On Plant Yield And Water+B22 Quality, AB00051
 12:10 Kyle Rafael Marcelino, Sumeth Wongkiew, Ty Shitanaka, K. C. Surendra, Bongkeun Song and Samir
 Khanal* , Department of Civil, Environmental, and Construction Engineering, University of Hawai'i at
 Mānoa, Nanobubble Technology-Integrated Aquaponic Systems Enhances Plant Yields And
 Nitrification, AB00048
 12:25 Lunch time
 (No food or drinks allowed in Kihada Hall) ""
 12:40
 14:00 Keynote (Prof. Dr. Agata A. Exner)
 Big Impact of Tiny Bubbles: Emerging Biomedical Applications of Shell-Stabilized Nanobubbles ""
 14:45 Invited (Prof. Keita Ando)
 Ultrasonic cleaning with gas-supersaturated water: Possible role of nanobubbles as cavitation
 nuclei ""
 15:15 Breaks (Coffee Break)
 (No food or drinks allowed in Kihada Hall) ""
 15:30 Cynthia Tchouta Klas Meyer Kristin Hecht Gunter Weißbach , Federal Institute for Materials
 Research and Testing, Automated Nanobubble Generation System: Characterization And Potential
 Applications In The Chemical Industry, AB00059
 15:45 Minoru Tanigaki*, Kiyohito Takeshita, Daiju Hayashi, Takuya Yamakura, Yoshikatsu Ueda, Akihito
 Taniguchi, Yomei Tokuda, Yoshitaka Ohkubo , Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science,
 Kyoto University, Studies On Ultrafine Bubbles Using Radioactive Nuclei As Probes, AB00055
 16:00 Jeas Grejoy Andrews, Sunaina, Tatek Temesgen, Peter Kusalik, Kelly Rees, Russ Algar, Susana Y.
 Kimura* , Department of Chemistry, University of Calgary, High-Precision Acoustic Velocimeter For
 Nanobubble Characterization, AB00030
 16:15 Marin Šako, Roland Netz, Matej Kanduč* , Jožef Stefan Institute, The Impact Of Hydrophobic
 Impurities On Water'S Stability Against Cavitation, AB00039
 16:30 Hendrik Reese*, Patricia Pfeiffer, Ulisses J. Gutiérrez-Hernández, Pedro A. Quinto-Su and Claus-
 Dieter Ohl , Department Soft Matter, Institute of Physics, Otto-von-Guericke-University, Cavitation
 Bubble Patterns From Elastic Surface Waves, AB00010
 16:45 Seung-Yop Lee ,* and Han-Bok Seo , Dept. of Mechanical Engineering, Sogang
 University, Megasonic Generation Of High-Density Nanobubbles, AB00061
 17:00 Breaks
 17:15 Yuki Mizuno, Yuta Yamamoto, Tsuyoshi Yamaguchi and Keiji Yasuda* , Department of Chemical
 Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Effects Of Surfactants And
 Nanobubbles On Morphology Of Au-Pt Core-Shell Nanoparticles Synthesized By Sonochemical And Chemical
 Reduction, AB00027
 17:30 T. Itagaki, H. Narita, H. Hasegawa, T. Kanbayashi And S. Uemura, Graduate School Of Utsunomiya
 University, Effect Of Microbubble Bathing On Human Sleep, AB00040
 17:45 Ulatowski Karol*, Szczygielski Patryk and Sobieszuk Pawel* , Warsaw University of Technology,
 Faculty of Chemical and Process Engineering, Department of Biotechnology and Bioprocess
 Engineering, Determination Of Cleaning Potential Of Microbubble Dispersions Of Various Gases In Waters
 Of Different Purity, AB00004
 18:00 Nachael Mwanga, Xitong Wang, Pan Li* , State Key Laboratory of Pollution Control and Resource
 Reuse, Tongji University, Unveiling The Preventive Potential: Micro And Nanobubbles Influence On
 Membrane Fouling During Drinking Water Treatment, AB00028
 Oct. 11 Kihada Hall
 9:30 Keynote (Prof. Dr. Koichi Terasaka)
 Generation, concentration and separation of ultrafine bubbles in water ""
 10:15 5-minute break (To each room)
 10:20 Alok Das and Neelkanth Nirmalkar* , Indian Institute of Technology Ropar, Interaction Between
 Nanobubbles And Bacteria: Impacts On Growth And Its Mechanism, AB00056
 10:35 Keiji Yasuda*, Tomoya Yasui, Tsuyoshi Yamaguchi and Nozomu Yasui , Department of Chemical
 Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Formation Of Hollow Polymer
 Particles By Fine Bubbles And Anti-Solvent Crystallization, AB00026
 10:50 Sunaho Kawakami, Takahiro Hisaki, Yuji Fujita, Tsuyoshi Kiriishi, Takahito Imai, Kin-ya
 Tomizaki and Masayuki Yamasaki* , Ryukoku university, Department of Food Science and Human
 Nutrition, Properties Of Ultrafine-Bubbles And Its Application To Cooking, AB00008
 11:05 Damien V. B. Batchelor, Anjali Lad, Kathryn Burr, Kristian Hollingsworth, Steven Freear, W.
 Bruce Turnbull, Jonathon A. T. Sandoe and Stephen D. Evans* , School of Physics and Astronomy,
 University of Leeds, Freeze-Drying And Optical Characterization Of Lipid Shell Nanobubbles, AB00032

11:20"Breaks (Coffee Break)
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

11:35Gaurav Yadav, Neelkanth Nirmalkar* and Claus-Dieter Ohl , Indian Institute of Technology Ropar,Electrochemically Reactive Nanobubbles By Water Electrolysis,AB00031

11:50Thi Thuy Bui, Viet-Anh Nguyen*, Trong-Bang Le , Institute of Environmental Science and Engineering, Hanoi University of Civil and Engineering,Physical Properties Of Nanobubble Under Various Operational Conditions,AB00067

12:05J. M. D. Coey,*Anup Kumar, Sruthy Poulse and Plamen Stamenov , 1 School of Physics and CRANN, Trinity College, Dublin,Nanobubbles In Hard Water,AB00019

12:20"Lunch time
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

13:45"Keynote (Prof. Dr. Claus-Dieter Ohl)
Not so stable bulk nanobubbles, what can we do with them?"

14:30"Invited II (Prof. Yoshihisa Harada)
Inversion Dynamics of Nanoscale Gas-Water Interfaces"

15:00"Breaks (Coffee Break)
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

15:15Takeshi Ohdaira, Emi Kitakata , Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo,Targeting Effects Of Positively Charged Micro-Nanobubbles Water On Both Gastrointestinal Cancer Cells And Coagulin That Interfere With The Microscopic Vision: Potential To Prevent Recurrence After Surgery And To Acquire Clear Endoscopic Vision,AB00020

15:30Pinunta Nittayacharn*, Salima El Yakhlifi, Laura Chen, Jean Eastman, Mitchell Drumm and Agata A. Exner , Departments of Radiology, Case Western Reserve University,Optimizing Cationic Nanobubble Formulations For Enhanced In-Vitro Acoustic Performance, Cellular Uptake, And Transfection Efficiency,AB00029

15:45Viafara-Garcia SM*, Acevedo Juan Pablo, Juan Luis Palma, Esteban Landaeta, Javier Rojas, Juan Francisco Fuentealba , Cell for cells,Optimizing Oxygen Delivery In Tissue Engineering: Integrating Micro/Nano Bubbles And Droplets Into Photocrosslinkable Scaffolds,AB00045

16:00Lijuan Zhang,The In-situ Formation and Evolution of Perfluorocarbon Nanobubbles in Microdroplets Induced by Soft X-ray, AB00071

"16:15
17:45"Poster Session"

"11:50Thi Thuy Bui, Viet-Anh Nguyen*, Trong-Bang Le , Institute of Environmental Science and Engineering, Hanoi University of Civil and Engineering,Physical Properties Of Nanobubble Under Various Operational Conditions,AB00067

12:05J. M. D. Coey,*Anup Kumar, Sruthy Poulse and Plamen Stamenov , 1 School of Physics and CRANN, Trinity College, Dublin,Nanobubbles In Hard Water,AB00019

12:20"Lunch time
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

13:45"Keynote (Prof. Dr. Claus-Dieter Ohl)
Not so stable bulk nanobubbles, what can we do with them?"

14:30"Invited II (Prof. Yoshihisa Harada)
Inversion Dynamics of Nanoscale Gas-Water Interfaces"

15:00"Breaks (Coffee Break)
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

15:15Takeshi Ohdaira, Emi Kitakata , Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo,Targeting Effects Of Positively Charged Micro-Nanobubbles Water On Both Gastrointestinal Cancer Cells And Coagulin That Interfere With The Microscopic Vision: Potential To Prevent Recurrence After Surgery And To Acquire Clear Endoscopic Vision,AB00020

15:30Pinunta Nittayacharn*, Salima El Yakhlifi, Laura Chen, Jean Eastman, Mitchell Drumm and Agata A. Exner , Departments of Radiology, Case Western Reserve University,Optimizing Cationic Nanobubble Formulations For Enhanced In-Vitro Acoustic Performance, Cellular Uptake, And Transfection Efficiency,AB00029

15:45Viafara-Garcia SM*, Acevedo Juan Pablo, Juan Luis Palma, Esteban Landaeta, Javier Rojas, Juan Francisco Fuentealba , Cell for cells,Optimizing Oxygen Delivery In Tissue Engineering: Integrating Micro/Nano Bubbles And Droplets Into Photocrosslinkable Scaffolds,AB00045

16:00Lijuan Zhang,The In-situ Formation and Evolution of Perfluorocarbon Nanobubbles in Microdroplets Induced by Soft X-ray, AB00071

"16:15
17:45"Poster Session

Oct. 12Kihada Hall

9:30"Keynote (Prof. Dr. Jun Hu)
Gas-liquid Interfaces of Nanobubbles in Bulk Water Solution: Unique Properties & Applications"

10:15Niall J. English* , School of Chemical and Bioprocess Engineering, University College Dublin,Nanobubble Engineering Of Low-Energy Aeration For Water Treatment,AB00043

10:45"Breaks (Coffee Break)
(No food or drinks allowed in Kihada Hall)"

11:00Shivi Garg and Dr. Neelkanth Nirmalkar , Department of Chemical Engineering, IIT Ropar,Enhancing Co2 Utilisation Process Using The Novel Technique Of Nanobubbles,AB00050

11:15Sritay Mistry*, Xinyan Wang , Brunel University London,Hydrogen Nanobubbles In Ammonia,AB00023

11:30Justin Chun-Te Lin* and Chung-Yi Lin , Department of Environmental Engineering and Science, Feng Chia University,Co2 Nanobubble As A Carbon Utilization Approach From Seawater Brine Mining,AB00046

11:45 Shiv Shankar Sangaru, Afnan Mashat, Hussain Shateeb, Mustafa Alsaifar, Niall J. English, Naif A Alabdullatif, Naif Almalki and Amr Abdel-Fattah*, EXPEC ARC, Reservoir Engineering Technology Division, Saudi Aramco, Large-Scale Co₂-Nanobubble Utilization For Improving Biomass Productivity In Marine Micro-Algal Cultivation, AB00025"

Oct. 10 Room 1

11:40 Anto Tri Sugiarto*, Hilman Syaeful Alam, Anggrarini Permanawati S and Yohanes Aris Purwanto , Research Centre for Smart Mechatronics, National Research and Innovation Agency, Development Of Plasma Activated Fine Bubble Water System And Its Application In Agriculture, AB00062

11:55 Riku Miyazaki, Yasuyuki Kimura and Yuki Uematsu* , Department of Physics and Information Technology, Kyushu Institute of Technology, Nanobubble-Assisted Formation Of Non-Gaseous Nanoparticles In Water, AB00011

12:10 Miha Jelenčič, Uroš Orthaber, Jaka Mur and Rok Petkovšek* , University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Laser-Induced Nanobubbles On Gold Nanoparticles As A Model For Nanobubbles Occurring On Natural Impurities In Water, AB00024

12:25 "Lunch time Seminar:

13:00 - 13:15 Purenanotech

13:15 - 13:30 OK Engineering"

15:30 Yatha Sharma*, Claus-Dieter Ohl and Juan Manuel Rosselló , Institute of Physics, Soft Matter Department, Otto-von-Guericke-University, Nanobubble Generation From Laser-Illuminated Nanoparticles, AB00041

15:45 Takehiko Sato*, Shigeru Fujimura, Seiji Kanazawa, Siwei Liu, Tomoki Nakajima and Yunchen Xiao , Institute of Fluid Science, Tohoku University, Generation Of High-Speed Nanodroplets And The Cleaning Effect, AB00033

16:00 Harsh Sharma, Neelkanth Nirmalkar* and Wen Zhang , Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology Ropar, Nanobubbles Produced By Membrane Nanopores To Probe Gas-Liquid Mass Transfer Characteristics, AB00034

16:15 Sining Zhou, Min Liu, Yongsun Shi, Yanyan Jia, Lianpeng Sun and Hui Lu* , Guangdong Provincial Key Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technology (Sun Yat-sen University), Enhancing Anaerobic Digestion Performance Of Oxytetracycline-Laden Wastewater Through

16:30 Lan Tang, Sining Zhou, Fan Li, Lianpeng Sun and Hui Lu* , Guangdong Provincial Key Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technology (Sun Yat-sen University), Ozone Micro-Nano Bubble-Enhanced Selective Degradation Of Oxytetracycline From Production Wastewater: The Overlooked Singlet Oxygen Oxidation, AB00060

16:45 Julie Y. Chen and Jeff Bodycomb, HORIBA, Orthogonal Measurement Of Number Concentration Standards For Nta Calibration, AB00003

17:00

17:15 Tao Lyu* , School of Water, Energy and Environment, Cranfield University, Nanobubble Technology-Triggered Innovation In Water And Wastewater Treatment, AB00037

17:30 Priya Koundle, Neelkanth Nirmalkar* and Grzegorz Boczkaj* , Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology Ropar, Ozone Nanobubble Technology As A Novel Aops For Pollutants Degradation Under High Salinity Conditions, AB00069

17:45 Hao Xiong and Fang Yang, Preparation of biomembrane shelled nanobubbles, AB00072

18:00 Mengyuan Cui and Fang Yang, Oxygen dependent chemiluminescent for reactive oxygen species induced tumor inhibition, AB00073"

"Oct. 11 Room 1

10:20 Shin Kyo, Kenji Yamazaki and Tsutomu Uchida , Faculty of Engineering, Hokkaido University , Liquid-Afm Observation Of Surface-Ultrafine Bubbles Formed On Hydrophobic Smooth Solid (Hogp) Surface From Methane-Hydrate Dissociated Water, AB00001

10:35 Mengdi Pan, Parisa Naeiji, Marziyeh Jannesari, Omid Saremi and Niall J. English* , Abco2-Nanobubble-Enhanced Crystallisation Of Clathrate Hydrates: Paths Towards Industrial-Water Treatment, AB00018

10:50 Ryota Saito, Qin-Yi Li,* Tatsuya Ikuta and Koji Takahashi , Kyushu University, 3D Microscopy Reveals Complex Deformation Of Nanobubbles Confined In Nanotubes, AB00057

11:05 Ryuto Ohashi, Hideaki Teshima, Mikito Ueda and Hisayoshi Matsushima* , A Faculty of Engineering, Hokkaido University, High Speed Afm Observation Of Electrolytic Nanobubbles Formation And Dissolution Process On Hogp, AB00005

11:20 Breaks (Coffee Break)

11:35 Jackowetz, J.N., Kozak, P.A., Hanson, C.S., Tsoukalas, K.D., Villanueva, C.A. , Hydrosome Labs, Unveiling A Hidden Population: Sub-50 Nm Ultrafine Bubbles Revealed By Liquid Cell Tem And Their Potential Applications, AB00016

11:50 Fankai Peng*, Ahmad Jabbarzadeh* , School of Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering, Faculty of Engineering and Information Technology, The University of Sydney, Modelling Bulk Nanobubbles Of Nitrogen, Oxygen, And Air In Water By Molecular Simulations, AB00038

12:05 Hamidreza Hassanloo*, Xinyan Wang , Centre for Advanced Powertrain and Fuels, Brunel University London, Unraveling Nanobubble Formation, Stability, And Effects On Host Liquid Inherent Properties: Insights From Molecular Dynamics Approaches, AB00015

12:20 Lunch time

15:15 Yasutaka Yamaguchi , Dept. Mechanical Eng., Osaka Univ., Mechanical And Thermodynamic Analysis Of Wetting And Liquid-Related Interfaces By Molecular Dynamics, AB00066

15:30 Tetsuji Okuda, Aina Sakaguchi, Takahiro Fujioka, Satoshi Nakai, Wataru Nishijima , Ecology and Environmental Engineering Course, Faculty of Advanced Science & Technology, Ryukoku Univ., Membrane Cleaning Improvement Using Physical Function Of Ufb, AB00064

1. 共同利用・共同研究拠点活動報告

<p>15:45 Heyun Du* , Center for Sustainability and Energy Technologies, Chang Gung University, Investigation Of 2D Materials As Electrochemical Catalyst Using Scanning Electrochemical Microscopy, AB00007 16:00 Ing-Shouh Hwang*, Wei-Hao Hsu, Chih-Wen Yang, Chung-Kai Fang and Ching-Hsiu Chen , Institute of Physics, Academia Sinica, Different Perspectives On The Nature Of Surface Nanobubbles And Bulk Oct. 12 Room 1 11:00 Aakriti Sharma and Neelkanth Nirmalkar* , Indian Institute of Technology Ropar, Effect Of Nanobubbles Of Different Gases Over The Antisolvent Crystallization Of Glycine Using Ethanol As An Antisolvent., AB00012 11:15 Abinash Biswal*, Suraj P. Sharma, Hua Zhao and Xinyan Wang , College of Engineering, Design and Physical Sciences, Brunel University, Bulk Nanobubble Generation In Gasoline Fuel: Investigating Its Impact On Spray Characterization, AB00014 11:30 Fang Yang*, Xiao Wang, Tiandong Chen and Jian Tang, Nanobubble drug delivery system, AB00070 11:45 Yan Chen* and Fang Yang, Preparation and biomedical application of fluorescent nanobubbles, AB00074"</p>					
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	4	1		
	他部局	23	8		
	学外	128	26	95	12
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -12	
研究集会 タイトル	第534回生存圏シンポジウム 第18回生存圏フォーラム特別講演会・京都大学森林科学公開講座「森と木の生物学」 第17回 生存圏フォーラム総会	
主催者	生存圏フォーラム	
開催日	令和6年11月9日(土)、令和7年3月7日(金)	
場 所	京都大学宇治地区おうばくプラザきはだホールおよびZoomによるリモート配信	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 3, 4, 5
関連分野	生存圏科学	
概要	生存圏フォーラムは『持続的発展が可能な生存圏 (Sustainable Humanosphere) を構築していくための基盤となる「生存圏科学」を幅広く振興し、総合的な情報交換・研究者交流、さらに学生・若手研究者の国内外での教育・啓発活動を促進していくこと』を目的としている。そのために第17回特別講演会および総会を開催し、その活動を促進する。	
目的と具体的な 内容	<p>■特別講演会 農学研究科と生存圏研究所が主催する京都大学森林科学公開講座と、生存圏フォーラムの会員を主な対象として開催する生存圏フォーラム特別講演会の共催という形で開催し、森林と生物に関連する4件の研究トピックについて紹介し、活発な議論が交わされた。講演会終了後に、希望者を対象として、生存圏研究所のシロアリ飼育施設と材鑑調査室の見学会を実施された。</p> <p>■総会 会長、副会長、運営委員の選任を行い、活動報告および次期の活動計画について承認をいただいた。</p>	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	森林科学と生物学という一つの学会では同時に拝聴することのない講演の組み合わせとなり、生存圏科学という枠組みでとらえることの重要性を認識できる集会となった。このように軸を持ちつつ多分野を混合することで新たな考え方を醸成でき、また一般的には隔たりのある分野間で人的交流と情報交換を行うことができた。これらにより、生存圏科学という考え方の重要性を認識してもらえる層をじわじわ広げる機会となった。	
プログラム	<p>■特別講演会 【開会あいさつ】 13:30～13:35 今井友也（京大生存圏研究所教授） 【生存圏フォーラム会長挨拶】 13:35～13:40 片山健至（香川大学名誉教授） 【講演】 13:40～14:05 「木の生存競争と森の成り立ち」 小野田雄介（京大大学院農学研究科教授） 14:05～14:30 「森と木の生物学を愉しむ、生物学が苦手な研究者のはなし」 高橋けんし（京大生存圏研究所教授） 14:40～15:05 「熱も圧も薬品も使わない高分子構造制御ーセルロース生合成の秘密」 今井友也（京大生存圏研究所教授） 15:05～15:30 「木の誕生と進化をめぐる細胞壁の研究」 飛松裕基（京大生存圏研究所教授） 【閉会の辞】 15:30 【見学会】 15:40～16:30 材鑑調査室およびシロアリ飼育施設見学</p>	

	<p>■総会 12:00～12:30 1. 生存圏研究所長による研究所活動紹介 2. 会長挨拶 3. 議長選任 4. 報告事項 5. 議題 ・役員及び運営委員改選 ・事業計画</p>				
参加者数	総数（特別講演会、総会）	合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	75 (25, 50)	9 (5, 4)		
	他部局	9 (8, 1)			
	学外	47 (30, 17)	4 (4, 0)	1 (0, 1)	22 (20, 2)
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-symposium-11	
研究集会 タイトル	第535回生存圏シンポジウム MUレーダー40周年記念国際シンポジウム (International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar)	
主催者	京都大学生存圏研究所	
開催日	令和6年11月18-21日	
場 所	京都大学宇治キャンパスおうばくプラザおよびオンライン(Zoom)	
関連ミッション等 (該当する番号を記載、複数可)	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	地球物理・気象・気候・リモートセンシング・情報通信	
概要 (100~200字程度)	本研究集会では、MUレーダーの完成から40周年を記念して、MUレーダーによる研究成果のほか、大気科学に関連する研究成果や計画、レーダー観測技術の開発、今後のMUレーダー研究の推進などについて報告・議論された。口頭61件、ポスター10件の発表があり、活発な議論が展開された。アブストラクト集を編集し、ホームページで公開した。	
目的と具体的な 内容	<p>MUレーダーは、1984年に滋賀県甲賀市信楽町の国有林内に設置されたアジア域最大級の大気観測用大型レーダーであり、対流圏から超高層大気に至る大気の運動、大気循環を観測している。完成以来全国・国際共同利用に供され、超高層物理学、気象学・大気物理学、天文学・宇宙物理学、電気・電子・通信工学、宇宙工学など広範な分野にわたって多くの成果を上げてきた。2003年度に「MUレーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージング観測などの機能向上が図られている。MUレーダーは世界初のアクティブ・フェーズド・アレイ方式の大気レーダーとして、IEEEマイルストーンに認定された。</p> <p>MUレーダーの完成から40周年を記念して、「International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar (MUレーダー40周年記念国際シンポジウム)」を開催し、MUレーダーによる研究成果のほか、大気科学に関連する(観測・モデル・理論研究を含む)研究成果や計画、レーダー観測技術の開発、今後のMUレーダー研究の推進など、広く研究発表・議論を行った。61件の口頭発表と10件のポスター発表が行われた。口頭発表には1件当り15分の時間を取り、またポスター発表にも1件当り3分の時間を取り、口頭による概要紹介の時間を設けた。Zoomによるハイブリッド開催により、海外からも多くの参加者があり、外国人による発表が8割を超えた。なお、発表内容を記録に残すため、アブストラクト集をホームページに掲載した。</p> <p>なお、初日の午前中にはMUレーダー四十周年記念式典を開催し、学会や関連研究機関から祝辞を賜り、三菱電機と甲賀市に感謝状を贈呈した。また、午後にはMUレーダーの見学ツアーを開催した。</p>	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本シンポジウムは、生存圏研究所が掲げる5つのミッションのうち、主としてミッション1「環境診断・循環機能制御」に、一部ミッション3「宇宙生存環境」およびミッション5「高品位生存圏」に関連するものである。生存圏研究所では、信楽MU観測所において、国内の大気環境計測の重要地点として、MUレーダーを中心として様々な測器の開発、観測実験が実施されている。また、生存圏科学の重要地域の一つとして低緯度赤道域に注目し、大気科学の分野において、長年に渡ってインドネシアとの研究協力を進め、赤道大気レーダーを設置しインドネシア国立研究革新庁(BRIN)との協力のもとで運営している。本シンポジウムでは、MUレーダー・赤道大気レーダーを中心として中緯度・赤道熱帯域で進行中の生存圏科学に関する研究活動の活発な議論が展開された。	

プログラム	<p>November 18 (Mon) 01:30UTC(10:30JST)- Ceremony for the 40th Anniversary of the MU Radar Chair: Hiroyuki Hashiguchi Opening Address Mamoru Yamamoto Director, Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University Address Norihiro Tokitoh Vice-President, Kyoto University Congratulatory Address Kazuo Shiokawa President, Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics (SCOSTEP) President, Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences (SGEPSS) Katsuhiko Nakagawa Director General, Radio Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology (NICT) Masaki Tsutsumi Vice Director-General, National Institute of Polar Research (NIPR) Presentation of the Letters of Appreciation Naoto Masuda Corporate Executive Senior General Manager, Electronics and Communication Systems Center, Mitsubishi Electric Corporation Hiroki Iwanaga Mayor, Koka City, Shiga Prefecture Closing Address Hirotsugu Kojima Vice Director, Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University 04:00UTC(13:00JST)- Bus tour to the MU radar</p> <p>November 19 (Tue) 00:30UTC(9:30JST)- Opening Ceremony Chair: Tatsuhiro Yokoyama Opening address and introduction of the MU radar activities Mamoru Yamamoto Director of Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University 01:00UTC(10:00JST)- Session 1 Chair: Tatsuhiro Yokoyama 0-01 - 0-06 04:00UTC(13:00JST)- Session 2 Chair: Akinori Saito 0-07 - 0-12 06:00UTC(15:00JST)- Session 3 Chair: Yuichi Otsuka 0-13 - 0-18 08:00UTC(17:00JST)- Session 4 Chair: Susumu Saito 0-19 - 0-24</p> <p>November 20 (Wed) 00:15UTC(09:15JST)- Session 5 Chair: Huixin Liu 0-25 - 0-30 02:15UTC(11:15JST)- Session 6 Chair: Noersomadi 0-31 - 0-35 04:45UTC(13:45JST)- Session 7 Chair: Koji Nishimura 0-36 - 0-40 06:00UTC(15:00JST)- Short Poster Presentation - Elevator Speech</p>
-------	--

Chair: Koji Nishimura
P-01~P-10 (3 minutes each)

Poster Session

06:45UTC(15:45JST)-08:15UTC(17:15JST) Hybrid Space

Banquet

08:30UTC(17:30JST)-10:00UTC(19:00JST) Hybrid Space

November 21 (Thu)

00:15UTC(09:15JST)- Session 8

Chair: Ramesh Karanam

0-41 - 0-46

02:15UTC(11:15JST)- Session 9

Chair: Zhen-Xiong You

0-47 - 0-51

04:45UTC(13:45JST)- Session 10

Chair: Masashi Kohma

0-52 - 0-57

06:45UTC(15:45JST)- Session 11

Chair: Hubert Luce

0-58 - 0-61

07:45UTC(16:45JST)- Closing Remarks

Closing Address

Mamoru Yamamoto

Chair of the International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar
Director of Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto
University

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	27	6		
	他部局	11	2		
	学外	82	1	60	4
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -13	
研究集会 タイトル	第536回生存圏シンポジウム 第18回多糖の未来フォーラム	
主催者	(日本化学会)糖鎖化学研究会、日本応用糖質科学会、セルロース学会、日本キチン・キトサン学会、シクロデキストリン学会	
開催日	令和6年11月22日	
場 所	京都大学 宇治キャンパス おうばくプラザ きはだホール（現地参加とWeb参加の併用）	
関連ミッション等 (該当する番号を記載、複数可)	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	4
関連分野	食糧・材料・創薬に関わる分野	
概要 (100～200字程度)	コンドロイチン硫酸、ペクチン、キチン、キシラン、シクロデキストリンなどの多糖は、持続可能な資源として我々人類が活用している材料である。これらの多糖について、材料や創薬といった多面的な観点から、それぞれの分野の第一人者である研究者らが最新の研究成果を報告した。	
目的と具体的な 内容	<p>【目的】多糖は、太陽の恵みを受けて地球上で大量に生産・利用・分解・循環されており、人類にとって必須の食料資源・生活資源・産業資源・創薬資源・エネルギー資源として役立っている。そのため、資源としての多糖をいかに有効に活用していくか、また多糖に秘められている多様な機能をいかに探究していくかは、学術的にも産業的にもとても重要である。本フォーラムでは、「食糧、材料、創薬」という異なった多彩な多糖分野の課題に取り組む研究者が専門の枠や産業の枠を超えて、地球規模の問題や人類生存の課題について、最新の研究動向ならびに意見交換の場を提供することを目的として開催した。</p> <p>【具体的な内容】セルロースやデンプンに代表される多糖は、太陽の恵みを受けて地球上で持続的に生産・利用・分解・循環されており、人類の生存にとって必須の食料資源・生活資源・産業資源・創薬資源・エネルギー資源である。「多糖の未来フォーラム」は、日本化学会（糖鎖化学研究会）、日本応用糖質科学会、セルロース学会、日本キチン・キトサン学会、シクロデキストリン学会が結集して平成18年(2006年)に発足した多糖の利用について議論するフォーラムである。</p> <p>今回のフォーラムでは多岐にわたる多糖分野の研究をさらに発展させるべく、「多糖ポリイオンコンプレックスの機能性フィルムとしての利用」、「植物細胞壁多糖ペクチンの生合成・機能、キチンオリゴ糖の自己組織化による高次構造形成」、「糖質関連タンパク質研究から見えてきた植物病原菌の感染と植物の生体防御の分子機構」、「シクロデキストリンにおける方位選択的反応の開発」、および「鳥取県の未利用生物資源「キチンナノファイバー」を活用した社会実装の取り組み」に関する最新的话题を取り上げ、多糖の面白さを分かりやすくアピールするとともに、多糖の機能と利用を通じて、人類のこころ豊かな生存と、より良い地球環境の構築を実現するための可能性を多面的に議論した。また、産官学の研究者や学生が多数参加し、それぞれの専門の垣根を超えた議論を行うことで、異分野の知見が混ざり合い、参加者には新たな知見やアイデアの創造を共有することができた。</p>	

生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	<p>【生存圏科学の発展】「多糖の未来フォーラム」では、持続型社会の構築を目指す生存圏科学と人類の生存に関わる「食糧、材料、創薬」という異なった多彩な多糖分野の課題に取り組む“多糖の科学”を関係づけて議論し、人類のこころ豊かな生存を実現するための可能性を探求することにより、生存圏科学の発展に貢献している。</p> <p>【関連コミュニティの形成】地球規模の問題や人類の生存に関わる課題に対し、科学者・技術者は専門や業界にとらわれず多角的な視点と多様な発想を軸に意見交換や学術・産業の振興を行うことが求められている。今回のフォーラムでは、産官学から多くの研究者が参加し、それぞれの専門を超えた議論が行われた。異分野の知が混ざり合い、参加者が新しい視点を身につけ新たなアイデアを創出するきっかけになるものと考えている。日本化学会（糖鎖化学研究会）、日本応用糖質科学会、セルロース学会、日本キチン・キトサン学会、シクロデキストリン学会などの関連学会と京都大学生存圏研究所と連携して開催された「第536回生存圏シンポジウム/第18回多糖の未来フォーラム」は、関連分野とのコミュニティ形成に大きく貢献している。</p>				
プログラム	<p>13:00-13:10 開会の辞 橋本 渉（京都大学）</p> <p>13:10-13:50 橋詰 峰雄（東京理科大学） 多糖ポリイオンコンプレックスの機能性フィルムとしての利用 座長：秋吉 一成（京都大学）</p> <p>13:50-14:30 石水 毅（立命館大学） 植物細胞壁多糖ペクチンの生合成・機能 座長：徳安 健（農業・食品産業技術総合研究機構）</p> <p>14:30-15:10 甲野 裕之（苫小牧工業高等専門学校） キチンオリゴ糖の自己組織化による高次構造形成 座長：門川 淳一（鹿児島大学）</p> <p>15:10-15:25 休憩</p> <p>15:25-16:05 大沼 貴之（近畿大学） 糖質関連タンパク質研究から見えてきた植物病原菌の感染と植物の生体防御の分子機構 座長：川田 俊成（京都府立大学）</p> <p>16:05-16:45 袁 徳其（神戸学院大学） シクロデキストリンにおける方位選択的反応の開発 座長：寺尾 啓二（株式会社シクロケム）</p> <p>16:45-17:25 伊福 伸介（京都大学） 鳥取県の未利用生物資源「キチンナノファイバー」を活用した社会実装の取り組み 座長：岸本 崇生（京都大学）</p> <p>17:25-17:35 閉会の辞 徳安 健（農業・食品産業技術総合研究機構）</p>				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	4	0	0	0
	他部局	24	14	0	0
	学外	111	19	0	51
その他特記事項	<p>現地参加：79名、オンライン参加：60名 協賛：京都大学（ハイブリッド接続）Zoomの利用</p>				

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 14	
研究集会 タイトル	第537回生存圏シンポジウム 第20回 持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム 第14回 先進素材開発解析システム (ADAM) シンポジウム	
主催者	今井友也、三谷友彦（生存圏研究所）	
開催日	令和6年12月9日	
場 所	京都大学 宇治キャンパス 木質ホール・3F 大会議室 & オンライン	
関連ミッション等 (該当する番号を記載、複数可)	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	2, 5
関連分野	木質科学、分析化学、マイクロ波加熱応用	
概要 (100～200字程度)	本シンポジウムは、ミッション2に関連した生存圏学際領域の開拓のために、先進素材開発解析システム (ADAM) およびマイクロ波高度利用生存圏フラッグシップ共同研究との併催で実施した。本年度は、マイクロ波加熱応用、木質バイオマスの分析および利用、炭素動態研究の横断的領域から招待講演者4名に講演頂いた。参加者は38名だった。	
目的と具体的な 内容	本シンポジウムは、ミッション2の太陽エネルギー変換・高度利用に関連した生存圏学際領域の開拓のために、昨年度開催した「第19回持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム」に引き続き企画開催したものであり、今年度は木質ホールおよびオンライン (Zoom) のハイブリッド開催とした。さらに第14回先進素材開発解析システム (ADAM) シンポジウムーマイクロ波高度利用生存圏フラッグシップ共同研究も昨年度に引き続き併催した。本年度は、マイクロ波加熱応用、木質バイオマスの分析および利用、炭素動態研究の横断的領域から招待講演者4名に講演頂いた。参加者は38名だった。本シンポジウムは、生存圏フラッグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」の成果発表と活動指針を議論する役割を果たす。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	先述の通り、ADAM 共同利用では非常に幅広い用途の分析装置を有しており、国内の研究者に広くお使いいただいている。さらにミッション2の「太陽エネルギー高度変換・利用」に関する研究や、マイクロ波プロセッシングによる新材料創生研究にも貢献している。また、本シンポジウムは日本電磁波エネルギー応用学会に協賛を頂いており、生存研の内外からの多分野の研究者がその成果を公表する場を設けることで情報交換を進め、ミッション活動やフラッグシップ共同研究に関連する様々な分野の研究者との連携促進と、生存圏科学のコミュニティ拡大に貢献する。	

プログラム	14:00-14:05 開会の辞 京都大学生存圏研究所 三谷 友彦				
	14:05-14:45 マイクロ波による炭素資源の触媒変換とその学理 九州大学大学院農学研究院 椿 俊太郎				
	14:45-15:25 Characterization of woody biomass components and its catalytic conversion for valuable chemicals (木質バイオマスの化学成分分析及び有用化合物への触媒変換) 東北大学高等材料科学研究所 Qu Chen				
	15:25-15:35 休憩				
	15:35-16:15 木質バイオマスの熱分解による液化物とCharの同時生産の試み-Charの化学的性質と機能- 北海道立総合研究機構林産試験場 本間 千晶				
	16:15-16:55 炭素の貯蔵庫と言われる熱帯泥炭地における炭素動態研究とFT-ICRMSの活用可能性 京都大学生存圏研究所 伊藤 雅之				
16:55-17:00 閉会の辞 京都大学生存圏研究所 今井 友也					
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	19	3		
	他部局				
	学外	19			4
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 04	
研究集会 タイトル	第538回生存圏シンポジウム 第4回 福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会	
主催者	京都大学生存圏研究所（上田義勝、杉山暁史），複合原子力科学研究所（谷垣実）	
開催日	令和6年12月19日- 20日	
場 所	京都リサーチパーク G会議室	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 5
関連分野	生存圏科学、放射線工学、情報学、工学、植物科学、放射線計測学、社会学、土壌学	
概要	生存圏研究所においては東日本大震災関連の研究報告を、生存圏シンポジウムとして平成23年度から毎年開催している。今回も複合原子力科学研究所との共同で開催した。平成30年度年度より、「福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会」として名称を変更して通算13回開催を行っている。	
目的と具体的な 内容	<p>2011年3月の東日本大震災をテーマとしたシンポジウム「東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて」は、これまでに計13回開催され、延べ815名が参加している。今年度は京都リサーチパークを会場に、オンライン併催の形式で実施した。2018年度からは複合原子力科学研究所との共同開催を続けているが、2021年度より名称を「福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会」に統一し、名称統一後では今回が4回目の開催である。今年度の新たな試みとして、愛知県立旭丘高校天文部によるスペースバルーンプロジェクトの講演が行われた。この講演は福島県での取り組みとは直接関係しないが、本シンポジウムでのソニーセミコンダクタソリューションズと京都女子大学名誉教授・水野先生の交流がきっかけで実現したものであり、継続的なシンポジウム開催の成果の一つである。</p> <p>さらに、震災という共通課題をテーマに、スリランカで活動する東京大学の土田氏による講演が行われ、今後の新たな研究活動についての提案があった。継続的な研究として、新潟大学、高知工科大学、福島大学による発表に加え、企業や研究機関からの講演もあり、多岐にわたる分野から知見が共有された。特に環境放射能計測器「KURAMA-II」に関しては、国内での多数の設置事例に加え、米国での共同研究事例の紹介があり、今後の展開について非常に興味深い内容が示された。また、会場では例年通り装置類のデモ展示が行われ、講演の合間にも活発な議論が繰り広げられた。</p> <p>今年度の参加者は84名に上り、アメリカやスリランカからのオンライン参加に加え、石川県、茨城県、福井県、青森県、北海道など広域からの参加があった。オンライン開催の利点を生かし、震災復興に関する議論の意義を改めて確認できる機会となった。</p>	
生存圏科学の発 展や関連コミュ ニティの形成へ の貢献	<p>生活圏を脅かす要因の一つとなりうる事故の中でも、原子力発電に関連するものは、放射性物質の拡散など、一般には情報が得にくい不安定な状況を生じやすい。これに対する対策として唯一の方法は、地道な研究活動を積み重ねるとともに、一般への情報公開を徹底し、人類の生存圏における安心・安全な社会を構築することである。</p> <p>本研究集会では、福島県の現状と復旧・復興に向けた支援研究の取り組みを継続的に発表してきた。生存圏科学のコミュニティに対し、現地の正確な情報を伝えることに努めている。また、ここ数年では福島復興にとどまらず、日本全体における防災・減災をキーワードとした多様な分野からの発表が増えている。この結果、本研究集会は国際融合型・国際連携型の重要なシンポジウムとして開催されている。</p> <p>さらに、国内外への研究成果発表が行われていることから、本研究集会を生存圏シンポジウムとして継続開催する意義はますます高まっている。</p>	

プログラム	<p>2024/12/19 (木)</p> <p>座長 百田 佐多生 (高知工科大学)</p> <p>13:30 - 13:40 開会挨拶 谷垣 実 京都大学</p> <p>13:40 - 14:10 KURAMA/KURAMA-IIの開発と展開, 谷垣 実, 京都大学</p> <p>14:10 - 14:40 (オンライン講演) ダイズのCs吸収に関して, 二瓶 直登, 福島大学</p> <p>14:40 - 15:10 自動車走行サーベイシステム ASURA の調査結果などの紹介 2024, 後藤 淳, 新潟大学</p> <p>15:10 - 15:40 KURAMAサーバについて, 花井 浩之, S2ファクトリー</p> <p>15:40 - 15:55 休憩</p> <p>座長 後藤淳</p> <p>15:55 - 16:25 高校生による高高度気球を使用した上層大気データ収集の成果と課題, 山田 真寛ほか 愛知県立旭丘高校天文部スペースバルーンプロジェクト (60名), 愛知県立旭丘高校</p> <p>16:25 - 16:55 (新潟大学) 高校生による成層圏気球実験で得られた大気上空の環境放射線データ, 水野 義之 愛知県立旭丘高校天文部スペースバルーンプロジェクト (60名), 京都女子大学・愛知県立旭丘高校</p> <p>16:55 - 17:25 Spresenseの最新情報, 早川 知伸, ソニーセミコンダクターソリューションズ</p> <p>2024/12/20 (金)</p> <p>座長 水野 義之 (京都女子大学)</p> <p>10:00 - 10:30 福島県浜通り地方における農業研究の取り組み, 齋藤 隆, 福島県農業総合センター</p> <p>10:30 - 11:00 水田の田面水に降下したセシウムの水稲による吸収, 藤村 恵人, 農研機構東北農業研究センター</p> <p>11:00 - 11:30 圃場内の土壌中放射性Cs濃度の空間変動 ~空間スケール・深度分布の検証~, 錦織達啓・藤村恵人・山田大吾・渋谷 岳・久保堅司・江口哲也, 農研機構東北農業研究センター</p> <p>11:30 - 12:00 水田土壌中の放射性セシウム深度分布とその推定技術; 現状報告, 百田 佐多生、岡田将幸, 高知工科大学</p> <p>12:00 - 13:15 昼食</p> <p>座長 谷垣 実 (京都大学)</p> <p>13:15 - 13:45 KURAMAモニタリングポストの社会実装について, 松浦 隆弘, 松浦電弘社</p> <p>13:45 - 14:15 ガンマ線可視化カメラ開発の変遷と最新の動向, 豊田 亘博, 豊田放射線研究所</p> <p>14:15 - 14:45 (オンライン講演) 島根県におけるモニタリングポストのLPWA通信状況, 加藤 季晋・田中 孝典, 島根県原子力環境センター・島根県保健環境科学研究所</p> <p>14:45 - 15:00 休憩</p> <p>座長 上田 義勝 (京都大学)</p> <p>15:00 - 15:30 可搬型モニタリングポストを用いた福島県下における空間放射線量率の測定, 渡辺 壮斗, 日本分析センター</p> <p>15:30 - 16:00 (オンライン講演) 災害復興の多重性: スリランカと能登の災害と日常を重ねるフィールドワークの試み, 土田 亮, 東京大学</p> <p>16:00 閉会挨拶 上田義勝 京都大学</p>			
	参加者数	合計	内、学生	内、海外機関に所属する方
	生存研	2		
	他部局	3		
	学外	79	12	1
60				
その他特記事項				

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 23	
研究集会 タイトル	第539回生存圏シンポジウム バイオナノマテリアルシンポジウム2024 - アカデミアからの発信 -	
主催者	京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省Jイノベ拠点） ナノセルロースジャパン(NCJ)	
開催日	令和6年12月2日	
場 所	京都大学生存圏研究所木質ホール 3階およびオンライン配信（Zoom）	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	4
関連分野	製紙、化学、高分子、木材・木質材料、成形加工、食品、繊維、エレクトロニクス、自動車、家電、住宅、流通に関わる分野	
概要	国内の大学におけるセルロースおよびその類似多糖の研究の第一人者が集い、多くの参加者が関心を寄せているバイオナノマテリアルの社会実装に向けた最近の技術、取り組みについての研究を紹介した。	
目的と具体的な 内容	持続的に生産可能なバイオマス資源、バイオマテリアルは、自動車産業、家電産業、化学産業を始めとする様々な分野から高い関心が集まっている。樹木やタケの細胞、カニやエビの外殻、カイコが紡ぐ蚕糸は、人類の知恵をはるかに越えて作り出されている精緻なナノ構造とそれに由来する機能を有しているが、そのことは限られたコミュニティで知られているだけである。ナノ構造を有するバイオ素材、バイオナノマテリアルの最前線で活躍している大学や公的研究機関の研究者の活動が産業界や異なる材料分野において広く知られているとはいえない。バイオナノマテリアルに関する研究が、今、どのような方向に向かい、展開しているのか、昨年に引き続き、時代を先導する研究グループや研究者が最もホットな話題を発表する機会を作った。最近の情報を共有し、共にバイオマス資源の先進的利用に取り組むきっかけを作る。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	持続型資源に基づく大型産業資材として、ナノセルロース材料の製造や利用に興味を持つ、産官学の幅広い分野からの参加者があった。特に、産業界からの参加者が約8割を占め、分野も製紙産業、化学産業、繊維産業、住宅資材産業、食品産業、成形加工業、エレクトロニクスデバイス関連、商社など多岐にわたっていた。317名の参加登録があるなど、各方面からの注目度の高さが伺われ、本生存圏シンポジウムが、生存圏フラッグシップ共同研究として進めているバイオナノマテリアル関連のコミュニティ形成に大きく貢献していることがわかる。	

プログラム	<p>13:30 開会あいさつと趣旨説明 京都大学 生存圏研究所・伊福 伸介 13:40 - 15:00 セッション1 1. 細胞壁中の水素結合をいじることは可能か? ~エクспанシンのセルロースに対する影響をFTIRで見る~ 今井 友也 (Tomoya IMAI) 京都大学 生存圏研究所 2. セルロースナノファイバーの結晶性と表面構造 大長 一帆 (Kazuho DAICHO) 東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 3. 超精密3Dプリンタ及び足場材の開発 徐 淮中 (Huaizhong XU) 京都工芸繊維大学 バイオベースマテリアル学専攻 4. ナノファイバー化技術を用いた未利用資源の農業分野での利活用 上中 弘典 (Hironori KAMINAKA) 鳥取大学 農学部 質疑応答: セッション1 15:00 休憩 15:15-16:35 セッション2 5. 固定化セルロースナノファイバーの界面機能設計 (オンライン) 横田 慎吾 (Shingo YOKOTA) 九州大学大学院 農学研究院 6. セルロースナノファイバーシートの燃焼特性 (オンライン) 足立幸司 (Koji ADACHI) 秋田県立大学 木材高度加工研究所 7. セルロースナノファイバーのレオロジー特性 田仲 玲奈 (Reina TANAKA) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 8. キチンナノファイバーの創傷治癒効果 伊福 伸介 (Shinsuke IFUKU) 京都大学 生存圏研究所 質疑応答: セッション2 16:35 閉会のあいさつ 京都大学 生存圏研究所・矢野 浩之</p>				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	9			
	他部局	8			
	学外	300			273
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -07	
研究集会 タイトル	第540回生存圏シンポジウム 生存圏ミッションシンポジウム	
主催者	京大大学生存圏研究所	
開催日	令和7年3月7日	
場 所	きはだホールおよびオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 4, 5
関連分野	森林代謝機能化学分野、バイオマス変換分野、大気圏精測診断分野、居住圏環境共生分野、生活圏木質構造科学分野、未来開拓研究センター	
概要	ミッションシンポジウムでは生存圏研究所の共同利用・共同研究拠点活動やミッション研究の成果を総括するとともに、分野横断的、俯瞰的な立場から生存圏研究所の活動について議論を進め、研究の発展・深化をはかった。	
目的と具体的な 内容	生存圏研究所の共同利用・共同研究拠点活動やミッション研究の成果を総括するとともに、分野横断的、俯瞰的な立場から生存圏研究所の活動について議論を進め、研究の発展・深化をはかることを目的として、ミッションシンポジウムを開催した。今年度は1. 環境診断・循環機能制御 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏の3つのミッションに焦点をあて、ミッション5は未来開拓研究センターの活動方向と併せて「生存圏科学と社会変革」、ミッション1は「電波・光を用いた大気リモートセンシング」、ミッション4は「生存圏科学における木材の長寿命化策」の3セッションで計13名の演者による講演と議論を行うとともに、24件のポスター発表を実施した。現地・オンライン合わせて109名が参加し盛会であった。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	標記「生存圏科学と社会変革」、「電波・光を用いた大気リモートセンシング」、「生存圏科学における木材の長寿命化策」の3セッション、そして24件のポスターにより最新の研究成果を紹介し、これらに関する議論を進めることで、20年間にわたって研究所員が一丸となって取り組んできた生存圏科学のさらなる発展に繋がるものと期待できる。さらに、本シンポジウムで紹介された研究は、個々の演者だけでなく、個々の参加者が属する研究分野にも影響を及ぼし、新たな研究コミュニティの形成の種となったと思われる。	
	<p>10:00-10:10 所長挨拶・研究所紹介 京大大学生存圏研究所 所長 山本 衛</p> <p>セッション① ミッション5・未来開拓研究センター「生存圏科学と社会変革」 10:10-10:15 京大大学生存圏研究所 桑島修一郎・飛松裕基 インTRODクシヨソ 10:15-10:40 京大大学生存圏研究所 三谷友彦 最新マイクロ波加熱プロセスが導く省エネ・脱炭素イソベシヨソ 10:40-11:05 京大大学生存圏研究所 仲井一志 木を使いながら森を再生する～タンザニアのミオンボ林の未来を拓くスモール林業に向けて 11:05-11:30 石川県立大学生物資源工学研究所 馬場保徳 平時も災害時にも資する自立運転可能なメタン発酵を用いた発電システム「エコスタンドアロン」の社会実装 11:30-11:55 (国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 向井裕美 森林・きのこを害虫から護る一振動防除の試みー 11:55-12:00 総合討議</p> <p>セッション② ミッション1「電波・光を用いた大気リモートセンシング」 13:30-13:35 京大大学生存圏研究所 橋口浩之 インTRODクシヨソ 13:35-14:00 京大大学生存圏研究所 橋口浩之 MUレーダー40年 14:00-14:25 京大大学生存圏研究所 矢吹正教 紫外域ライダーによる気象と環境のモニタリング 14:25-14:50 情報通信研究機構 電磁波研究所電磁波伝搬研究センター 川村誠治 地上デジタル放送波を用いた水蒸気量観測 14:50-14:55 総合討議 休憩</p>	

プログラム

セッション③

ミッション4「生存圏科学における木材の長寿命化策」

15:10-15:15 京大生存圏研究所 大村和香子 イントロダクション

15:15-15:40 高知工科大学 環境理工学群 堀沢栄 基礎杭の利活用と木材腐朽

15:40-16:05 富山県農林水産総合技術センター木材研究所 栗崎宏 木材の劣化対策の温故知新

16:05-16:30 FCBA Institut Technologique (フランス) Thomas Catterou Durability of Wooden Buildings and Challenges in France

16:30-16:35 総合討議

17:00- 共同研究ポスター発表 おうぼくプラザ・ハイブリッドスペース (現地開催のみ)

生存圏科学共同研究21件

ミッション専攻研究員3件

〔生存圏科学共同研究〕

1. 「Elucidation of the physical and biochemical environment of methane-producing microbial communities living in tree trunks」 Daniel EPRON (京都大学 農学研究科)

2. 「長期太陽黒点観測スケッチのデジタル画像データベースの構築」 浅井 歩 (京都大学 理学研究科)

3. 「ムラサキの脂質輸送装置を利用した植物細胞における代謝産物の輸送エンジニアリング」 市野 琢爾 (神戸薬科大学 薬学部)

4. 「ウルトラファインバブルの植物体内における挙動および機能に関する研究」 伊藤 彩菜 (京都大学 農学研究科)

5. 「ナノセルロースの表面グラフト重合による機能性材料開発と木材利用の推進」 伊福 伸介 (京都大学 生存圏研究所)

6. 「高分子構造に基づくPET加水分解酵素の作用機序解明」 今井 友也 (京都大学 生存圏研究所)

7. 「国内稠密GNSS受信機網データを用いた伝搬性電離圏擾乱およびその測位への影響に関する研究」 大塚 雄一 (名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

8. 「持続可能な社会と租税政策」 河瀬 豊 (神戸学院大学 経営学部)

9. 「高沸点溶媒を用いたバイオマスリファイナリーにおけるリグニンの反応機構」 岸本 崇生 (京都大学 生存圏研究所)

10. 「イネ科植物に特有のリグニン部分構造獲得の起源と分子機構に関する研究」 木村 ゆり (山形大学 農学部)

11. 「ため池が温室効果ガス動態を通じて地域の炭素循環に果たす役割の解明」 坂部 綾香 (京都大学 農学研究科)

12. 「窒素欠乏ストレス下におけるニコチンの『植物?土壤フィードバック』効果の検証」 島崎 智久 (北海道大学 大学院教育推進機構)

13. 「シコニン生合成のナフタレン環形成ステップにおける生合成中間体の探索」 庄司 翼 (富山大学 和漢医薬学総合研究所)

14. 「コケ植物ゼニゴケの生殖組織における細胞外ポリマーの生理学的意義の解明」 巽 奏 (京都大学 生存圏研究所)

15. 「木質材料創製のための前処理としての木材褐色腐朽の可能性」 田鶴 寿弥子 (京都大学 生存圏研究所)

16. 「越境大気汚染によるイオウ酸化物の飛来が森林土壌のイオウ蓄積量に与える影響の評価— 土壌に保持されているイオウ化合物の主形態の解明 —」 谷川 東子 (名古屋大学 大学院生命農学研究科)

17. 「深共晶溶媒を用いた靱皮繊維のリグノセルロース成分分離と構造解析」 飛松 裕基 (京都大学 生存圏研究所)

18. 「紫外線計測データと外出記録に基づく母親の紫外線照射量と新生児の体内ビタミンD濃度との関係に関する研究」 中島 英彰 (国立環境研究所 地球システム領域)

19. 「タンパク質—DNAハイブリッド材料の創製」 中田 栄司 (京都大学 エネルギー理工学研究科)

20. 「樹木細根からの生物揮発性有機化合物放出速度の手法確立と実測」 牧田 直樹 (信州大学 理学部)

21. 「プラスチック類の表面改質と微生物分解との関係」 渡邊 崇人 (京都大学 生存圏研究所)

〔ミッション専攻研究員〕

1. 「炭素安定同位体を用いた樹木炭素蓄積量に影響する要因の解明」 田邊 智子

2. 「新規なリグニン分解反応系の開発とリグニン改変植物への適用」 謝 冰

3. 「薬用植物の生物活性二次代謝産物が駆動する森林圏土壌圏相互作用」 中村 直人

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	52	5		
	他部局	12	4		
	学外	45	1	3	8
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 03	
研究集会 タイトル	第541回生存圏シンポジウム 第6回プラズマ・ファインバブル研究会 (静電気学会支部合同研究会との共同開催)	
主催者	京都大学生存圏研究所, 岩手大学	
開催日	令和6年12月13日-15日	
場 所	室蘭工業大学大学会館多目的室, カフェTENTO	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 5
関連分野	電気工学、環境工学、農学、理学、医学、生命科学	
概要	高電圧、プラズマを用いた産業への応用研究は世界的にみても非常に注目されており、またマイクロメートル以下の微細気泡研究についても、これまでに5回、生存圏シンポジウムとして開催している様に、親和性の高い研究テーマとして定着してきている。申請者らのグループは、高電圧・プラズマ・微細気泡それぞれの基礎原理と共に、相互作用や相乗効果についての研究について幅広い議論を行うため、令和6年度は日程として日本-台湾との国際ワークショップに合わせて開催し、活発な研究集会を開催した。	
目的と具体的な 内容	本シンポジウムは、静電気学会に設置されている東北、関西、九州の3支部が合同で研究会を実施することで、各地域間の交流を深め支部活動の活性化につなげることを目的としている。プラズマと気泡の研究テーマについて取り組み、お互いに研究領域の幅を広げ交流を深めたい。本研究会では、関連する各方面の研究者を招聘し招待講演を実施するとともに、意見交換会や参加者の自由発表などの機会を提供し、参加者の研究活動の発展を支援する。特に今年度は日本と台湾との国際ワークショップ(The 8th Japan-Taiwan Workshop on Plasma Leading Science and Technology (JTPL2024))と日程を合わせて開催し、活発な議論を行った。 第541回生存圏シンポジウムでは、合計3件の招待講演のほか、参加者からの話題提供など、全体会合を行った。生存圏からの1件の講演の他、静電気学会各支部からも2件の講演があった。特に近年ではプラズマやバブルによる殺菌技術に注目が集まっており、PFAS、PFOS系の処理研究、水環境の世界的な状況やデータ解析を利用した新しい研究手法や分子シミュレーション解析など、非常に興味深い講演発表があり、活発な質疑応答があった。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	水と大気、各種気体を用いた高電圧、プラズマ、微細気泡の研究は、生存圏においては基礎・応用として利用できる分野が数多くある。また、プラズマ・ナノバブル応用利用の対象は広く、農林水産業、水処理、水環境などがある。 生活圏の重要な要素の一つである水についての将来の利用について議論する事は、人類の地球上での持続可能な自給自足を実現することに直結する。また、申請代表と生存圏所内担当者は、継続して生存圏シンポジウム開催しており、東北・九州・関東・関西と、ほぼ日本全国にまたがる研究者ネットワークを強化しつつある。	

プログラム	12/13 13:00～13:10 開会挨拶（佐藤岳彦（支部長）、上田義勝（生存圏シンポ代表）、奥山由（現地実行委員）） 13:10～14:10 【招待講演1】 司会：南谷靖史（山形大学） 齋藤誠記（山形大学） 「磁場閉じ込め核融合炉における炉壁水素リサイクリングのシミュレーション」 14:20～15:20 【招待講演2】 司会：高橋克幸（岩手大学） 上田義勝（京都大学） 「ファイバブルの電気特性に関する研究事例について」 15:30～16:30 研究紹介 司会：佐藤岳彦（東北大学） 参加者からのテーマを絞ったの研究紹介（発表5分，討論10分） 16:30～16:50 支部活動について自由討論 司会：佐藤岳彦（東北大学） 16:50～17:00 閉会挨拶（高木浩一（岩手大学），杉本俊之（山形大学）） 17:00～18:30 研究会・シンポジウム片付け，意見交換会・JTPL開催準備				
	12/14, 15 JTPL開催期間中に生存圏シンポとして意見交換会を開催				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研		2		
	他部局 学外		20	7	2
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 24	
研究集会 タイトル	第542回生存圏シンポジウム 第8回生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム The 8th Asia Research Node Symposium on Humansphere Science [JASTIP WP3 Wrap-up Symposiumとの共催]	
主催者	JASTIP WP3グループ（代表：梅村研二）及びRISH学術交流委員会（代表：飛松裕基）	
開催日	令和7年2月25日	
場 所	京都大学宇治キャンパス木質ホールおよびオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 3, 4, 5
関連分野	生存圏科学全般	
概要	生存圏科学の国際化推進を目的とした「生存圏アジアリサーチノード(ARN)国際シンポジウム」の開催	
目的と具体的な 内容	<p>生存圏研究所は、2016年度に生存圏科学の国際化推進の海外拠点を活用した国際共同研究と人材育成をさらに強化するため、「生存圏アジアリサーチノード(ARN)」共同ラボをインドネシア科学院(LIPI・現BRIN)内に設置し、国内外の研究者コミュニティを接続させる（ハブ機能）活動を開始した。その機能の強化の一環として、国内外の共同研究者を糾合したARN国際シンポジウムシリーズを開催してきた〔第1回、2017年2月マレーシア・パナン、第2回、2017年7月宇治、第3回、2018年9月台湾・台中、第4回、2019年12月中国・南京、第5回、2020年12月オンライン開催、第6回2021年9月インドネシア・パダン(Zoom ハイブリッド開催)、第7回2022年12月宇治 (Zoom開催)、第8回インドネシア・マカッサル (Zoom ハイブリッド開催)〕。</p> <p>一方、「日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点—持続可能開発研究の推進」(以下JASTIP)では、2015年度採択JST国際科学技術共同研究推進事業(戦略的国際共同研究プログラム)「国際共同研究拠点」のもと、我が国とASEAN諸国の共通の目標である我が国とASEAN諸国の共通の目標である持続可能な開発を促進するため、様々な共同研究・人材育成事業を展開してきた。なかでも、JASTIP 生物資源・生物多様性拠点(WP3)では、生物の多様性、遺伝資源、革新的な生物技術をテーマに、生存圏研究所、京都大学農学研究所、京都大学東南アジア地域研究所等を中心に、ASEAN諸国のパートナーと協働した共同研究・人材育成事業を展開してきた。JASTIP WP3では、JASTIP事業完了を機に、2025年2月25日に京大生存圏研究所において、JASTIP WP3 Wrap-up Symposiumを開催する。第9回ARNシンポジウムを同テーマに沿って、最先端のバイオマス利用技術を活用した熱帯生物資源の循環利用体系の構築を話題に併催することで、今後のASEAN諸国との共同研究体制の強化を図る。シンポジウムでは、生存圏研究所の研究者を中心に、ASEAN諸国（主にインドネシア・BRIN）の研究者が現地またはオンラインで講演を行う。JASTIP WP3 Wrap-up Symposiumと同時開催することで、ASEAN諸国との国際研究コミュニティの拡大やARNの機能の拡大等が期待できる。</p>	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	<p>存圏研究所は、2016年度に第5番目の生存圏ミッション「高品位生存圏」を新たに設定するとともに、生存圏科学に関する日・ASEANの連携強化を目指した「生存圏アジアリサーチノード(ARN)」の活動を開始して、生存圏科学の国際化と研究成果の社会還元に向けた活動を展開している。本シンポジウムでは、これらの活動の今後の展開に向けた構想の具体化、国際コミュニティおよび国際連携チームの形成と、それを支える次世代若手人材育成への寄与が期待される。また、赤道大気レーダー等の大型設備、実験フィールド、ARN共同ラボを活用した国際共同研究の拡大や、国内外の研究機関とARNの連携強化、本研究所のハブ機能の強化につながると期待される。</p>	

プログラム	<p>JASTIP WP3 Wrap-up Symposium jointly with Humanosphere Asia Research Node (ARN) Date and time: 12:00-17:00, Tuesday 25th February, 2025 Venue: Wood Composite Hall at Uji Campus, Kyoto Univ. (with online) 12:00-13:00 Lunch (for invitation) 13:00-13:05 Opening address (Prof. Tomoya Imai) 13:05-13:15 Overview of WP3 for RISH, Kyoto-University (Prof. Kenji Umemura) 13:15-13:25 Overview of WP3 for Graduate School of Agriculture, Kyoto-University (Prof. Hiroshi Kamitakahara, Prof. Emer. Mamoru Kanzaki) 13:25-13:40 Retrospection of WP3 (Prof. Emer. Takashi Watanabe) 13:40-14:00 Photo and Coffee break 14:00-14:15 Bioremediation of real wastewater from textile and batik industries in Indonesia by white rot fungi. (Dr. Dede Heri Yuli Yanto) 14:15-14:30 Identification and Characterization of Woods and Other Lignocellulosic Materials by Anatomical, Spectroscopy, Images and DNA Analysis. (Danang Sudarwoko Adi, M. Sc.) 14:30-14:45 From the biology to the management of global economically important wood attacking insects: Current Advances. (Dr. Khoirul Himmi Setiawan) 14:45-15:00 Development of Sustainable Bio-Based Composite Made from Tropical Bioresources: A Path Toward Eco-Friendly Materials. (Dr. Sukma Surya Kusumah) 15:00-15:15 DEVELOPMENT OF ECO-HOUSE CONCEPTS FOR EARTHQUAKE-RESISTANT WOODEN HOUSE CONSTRUCTION. (Dr. Sarah Augustina) 15:15-15:35 Coffee break 15:35-15:50 Research on Bioprospecting of Plant and Microbial Resources in South East Asia for drug discovery. (Prof. Andria Agusta) 15:50-16:05 Stable isotope analysis for tracking wildlife species and environmental protection. (Prof. Gono Semiadi) 16:05-16:20 Role of endophytic fungi and use for medicinal seeds production. (Assoc. Prof. Shoji Maehara) 16:20-16:35 Development of stable isotope analysis: Agarwood traceability in Indonesia. (Dr. Ruliyana Susanti) 16:35-16:55 Introduction of ARN in RISH (Prof. Yuki Tobimatsu) 16:55-17:00 Closing (Prof. Hiroshi Kamitakahara)</p>				
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	13	3		
	他部局	3			
	学外	25		14	
その他特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -15	
研究集会 タイトル	第543回生存圏シンポジウム RISH 電波科学計算機実験シンポジウム(KDK シンポジウム)	
主催者	京都大学生存圏研究所	
開催日	令和7年3月14日	
場 所	オンライン (Zoom)	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	生存科学計算機実験分野	
概要	令和7年3月14日に開催されKDKシンポジウムは、京都大学先端電波科学計算機実験装置(A-KDK)全国共同利用で得られた研究成果を中心に、広く生存圏科学の発展における数値シミュレーションの役割について幅広く議論を行った。	
目的と具体的な 内容	先端電波科学計算機実験装置（A-KDK）全国共同利用は、宇宙圏・大気圏の電波科学および生存圏科学に関する大規模計算機実験研究を主体としている。特に、生存圏研究所のミッション1（環境診断・循環機能制御）、ミッション3（宇宙生存環境）、ミッション5-3（日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性）と密接に関連している。本研究集会は、KDK専門委員会で採択された研究課題の成果発表の場であるとともに、宇宙プラズマ、超高層・中層大気中の波動現象、宇宙電磁環境などに関する計算機実験の講演も広く受け付け、最新の研究成果や知見を共有し、情報交換を行う機会とする。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	計算機性能の向上により、数値シミュレーションは多くの研究分野で不可欠な研究手法となっている。特に、生存圏科学においては、実験や観測だけでは困難な現象の再現・解析を可能にし、複雑な人類生存圏の正確な理解と問題解決に大きく貢献している。例えば、大気・地球環境の変動解析、宇宙空間や高層大気におけるプラズマ・波動の相互作用の解明など、多様な領域で活用されている。本シンポジウムでは、個々の研究課題の成果発表にとどまらず、生存圏科学の発展において数値シミュレーションが果たすべき役割について議論を深める。また、生存圏科学の各分野でどのようなシミュレーション技術が求められているのか、計算手法の高度化や新たなモデル開発の方向性、さらには観測データとの統合による精度向上の可能性についても検討する。これにより、数値シミュレーションを活用した生存圏科学の推進と、新たな学際的研究の展開を促すことを目的としている。	
	AM1（座長：謝 怡凱） 9:30-9:35 諸案内 9:35-9:47 寺境太樹「弱い背景磁場がある系での天体衝撃波およびレーザープラズマのPICシミュレーション」 9:48-10:00 坪内健「Evaluation of the polytropic index across the solar wind termination shock」 10:01-10:13 Huang, Chujie「A self-consistent model of solar prominence formation」 10:14-10:27 国吉秀鷹「太陽コロナ加熱における渦の役割」 10:27-10:39 近藤光志「太陽フレア前後の磁気リコネクション領域の時間変動」 10:40-10:52 謝 怡凱「Nonlinear processes of energetic electrons interacting with whistler-mode chorus emissions : Green's function method」	

プログラム	<p>AM2 (座長 : Zhang Tian)</p> <p>11:02-11:14 菊池 崇 「HFDOPE グループ Observed and simulated ionospheric electric field and currents of geomagnetic storms」</p> <p>11:15-11:27 渡辺正和 「惑星間空間磁場が真北に近い時のDungeyサイクル」</p> <p>11:28-11:40 海老原祐輔 「準定常磁気圏対流の形成について」</p> <p>11:41-11:53 上西園健太 「REPPUコードレベル7による昼間側沿磁力線電流系の再現」</p> <p>11:54-12:06 畠山将英 「模擬磁気圏から直接求めるダンジー循環の磁力線再結合率 : 極冠横断電位差に対応する磁気圏側の物理量」</p> <p>-----</p> <p>PM1 (座長 : 海老原 祐輔)</p> <p>13:10-13:22 田中高史 「交換不安定によるIoプラズマの輸送」</p> <p>13:23-13:35 藤田茂 「Interaction between the magnetic field topology and the plasma dynamics in the quasi-steady solar wind-magnetosphere system - the northward IMF case -」</p> <p>13:36-13:48 横山竜宏 「トンガ沖海底火山噴火に伴う電離圏擾乱の研究」</p> <p>13:49-14:01 劉鵬 「機械学習に基づく電離圏の全電子数の時空間予測」</p> <p>14:02-14:14 山本和弘 「観測データに基づく磁気圏リングカレントイオンによるULF波動励起の数値実験」</p> <p>14:15-14:27 山川智嗣 「Excitation of storm-time Pc5 ULF waves in the inner magnetosphere during the 22 July 2009 storm based on the magnetosphere-ionosphere coupled model」</p> <p>14:28-14:40 殷 振 興 「Simulation Study on the Wave Growth Mechanism of Whistler-Mode Hiss Emissions in a Uniform Magnetic Field」</p> <p>-----</p> <p>PM2 (座長 : 謝 怡凱)</p> <p>14:50-15:02 高村彪丸 「水星磁気圏内部における太陽風イオンダイナミクスの3次元シミュレーション解析」</p> <p>15:03-15:15 江本一磨 「磁気ノズル構造がエネルギー輸送に与える影響の数値解析」</p> <p>15:16-15:28 深澤伊吹 「PIC Simulation Study of Probe Spacing and Bias Voltage Effects on Double Langmuir Probe Characteristics」</p> <p>15:29-15:41 谷口泰斗 「月面近傍におけるラングミュアプローブ特性の数値実験」</p> <p>15:42-16:54 酒谷龍生 「上空-表層結合プラズマ計算手法に基づく月面帯電シミュレータの開発」</p> <p>15:55-16:07 森本貴大 「DSMC法による固体ロケット噴煙/再突入機周囲における希薄プラズマ流解析」</p> <p>16:08-16:20 HU ZEFENG 「Plasma Behavior Investigation in Ion Thruster: 2D Cylindrical PIC Simulation Analysis of an Ion Engine Model Using Alternative Propellant Argon」</p>					
	参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
		生存研	8	4		
他部局		3	1			
学外		27	7			
その他 特記事項						

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -21	
研究集会 タイトル	第544回生存圏シンポジウム 令和6年度DOL/LSF共同利用・共同研究成果発表会	
主催者	DOL/LSF共同利用推進委員会	
開催日	令和7年3月3日	
場 所	オンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 4
関連分野	木材保存学、木質構造学、木質科学、微生物工学、土木工学、生態学	
概要	令和6年度DOL/LSF共同利用研究について、課題の研究代表者による内容説明を実施した。参加者による質疑応答を通じて建設的な立場から互いの研究についてのディスカッションを行い理解を深めるとともに、LSF試験地における獣害被害および従来の使用者による残材放棄等の現状を共有し、維持管理に関する理解と協力を依頼した。	
目的と具体的な 内容	本研究集会の目的は、居住圏劣化生物飼育棟（DOL）/生活・森林圏シミュレーションフィールド（LSF）において実施された共同利用研究の成果について報告を行い、参加者相互のディスカッションにより各研究の発展と深化を図ることである。 DOLとLSFは、生存圏研究所の共同利用研究施設の一つとして、木材劣化生物を用いた種々の室内試験の実施及び実験生物の供給、並びに各種木材・木質の野外耐久性試験や生態学的調査研究に供されている。その研究内容は、木質科学、微生物工学、土木工学など多岐にわたっている。 今回は、研究成果について報告会を開催し、互いの研究内容について理解を深めるとともに、研究課題数の推移、国際課題への取り組み、LSFでの獣害の発生と残材等の整理・整頓、解体、廃棄を含めた試験地の維持管理などについても参加者と情報共有を行った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	DOL/LSF共同利用・共同研究は、木質科学、微生物工学、土木工学などの多くの研究分野にわたっており、本報告会の開催によって異分野との融合による新しい研究テーマの発掘につながる事が大きく期待される。 これらの研究分野における新しい融合的研究課題の創成は、まさに生存圏研究所が主導してきた生存圏科学そのものであると言える。特に、ミッション1ー環境診断・循環機能制御、およびミッション4ー循環材料・環境共生システム、に関係が深い。 今後、専門委員会・国際アドバイザー委員に研究課題に参加いただくことによって、生存圏科学の国際的認知度の向上に貢献していく予定である。	
	午後1時30分開会挨拶／今年度の活動概要の紹介 大村 和香子（京都大学生存圏研究所） 午後1時40分～3時10分 01 環境と調和した木材保存法の開発 研究代表者：京都大学生存圏研究所 大村和香子 02 有機酸処理木材の生物劣化抵抗性 研究代表者：京都府立大学大学院 伊藤 貴文 03 無機塩を促進剤とする熱処理木材の生物劣化抵抗性 研究代表者：京都府立大学大学院 伊藤 貴文 04 保存処理および保存処理と塗装を併用した木質材料の耐久性評価 研究代表者：（地独）北海道道立総合研究機構 伊佐治 信一	

プログラム	05 シロアリ貫通阻止性能を備えたサーキュラーエコノミー対応型造粒材料の開発 研究代表者：京都大学農学研究科 築瀬 佳之				
	06 銅系接合具の木材防腐防蟻効果の野外検証試験 研究代表者：富山県・農林水産総合技術センター・木材研究所 栗崎 宏				
	午後3時10分～3時15分休憩				
	午後3時15分～午後4時45分				
	07 生物劣化を受けた木造接合部の強度性能評価 研究代表者：宮崎県・木材利用技術センター 中谷 誠				
	08 ファンガスセラミに形成された微生物群集構造 研究代表者：高知工科大学理工学群 堀沢 栄				
	09 温泉成分によるシロアリ忌避効果の検証 研究代表者：大阪公立大学 石山 央樹				
	10 木表・木裏の向きの対候性への影響 研究代表者：大阪公立大学 石山 央樹				
	11 CLTの生物劣化における特徴と保存処理の効果 研究代表者：広島大学工学研究科 森 拓郎				
	12 蟻害を受けた中大規模木造建築用接合部の性能評価 研究代表者：熊本大学工学部 井上 涼				
	午後4時45分総合討論				
	午後5時00分閉会				
	参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方
生存研		1			
他部局		1			
学外		20			1
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium-01	
研究集会 タイトル	第545回生存圏シンポジウム 木質材料実験棟令和6年度共同利用研究発表会	
主催者	生存圏研究所	
開催日	2025/3/11	
場 所	Zoomによるオンライン開催	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	4, 5
関連分野	建築学、木質材料学、木材保存学、建築士、木造関連メーカー、林産、応用生命、炭素材料など	
概要	本報告会は木質材料実験棟の共同利用研究における研究成果を発表することで、それぞれの研究テーマにおける深化および、他分野からの刺激を受けること、そして、研究の進め方やグループ作りなどについての意見交換を行うことを目的として例年開催されるもので、本年度は令和6年度に実施された15件の木質材料実験棟全国共同利用研究の成果発表が行われた。	
目的と具体的な 内容	令和6年度に実施された15件の木質材料実験棟全国共同利用研究の成果発表会を実施した。15件の報告内容の内訳は、木質構造に関するもの1件、木材の耐久性・保存に関するもの2件、炭素素材としての木質材料に関するもの2件、wallstatに関するもの8件、その他2件である。木質材料実験棟が共同利用施設として開放している、鋼製反力枠、1000kN アクチュエータ試験機、直パルス通電加熱装置およびSEM、ECO住などを活用した多彩な内容であった。一人当たり20分の持ち時間で発表が行われ、活発な議論がなされた。これら多岐に渡る内容を、発表者がお互いに理解度を上げられるように工夫された説明がされており、大変興味深い発表会となった。今後、分野間を超えた融合が起こることに期待したい。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏科学のうち、ミッション4「循環材料・環境共生システム」に関連する研究報告と、ミッション5-4「木づかいの科学による社会貢献」に関連する発表が為された。これらは高機能な炭素素材の開発と言った分子レベルの内容から、実大建築物での構造利用に関する応用的な内容まで多岐にわたった。再生産可能な生物資源である木質資源の有効活用は、「環境保全と調和した持続的社会的基盤となる先進的科学技術」を追求する生存圏科学と密接に関係する。今後これら生物資源がさらに様々な場面で活用される未来像に向けて、非常に有用な先進的な取り組みが報告されたと考える。 また、発表分野が幅広いことも本共同利用設備の特徴である。これら異分野の研究内容が一堂に会してディスカッションを行うことで、見方の異なった意見を得ることができ、相互に刺激があったと考える。	
プログラム	13:00 開会挨拶 五十田 博(京大大学生存圏研究所 木質材料実験棟共同利用委員長) 13:05クラスタービーム照射による表面反応に関する研究 瀬木利夫 (京都大学大学院工学研究科) 13:25バイオマス由来多孔質炭素材料の作製 坪田敏樹 (九州工業大学大学院工学研究科) 13:45木造住宅の地震時層崩壊を抑制する通し面材工法に関する研究 宮津裕次 (東京理科大学理工学部建築学科) 14:05木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による活性炭の製造及びその応用 畑 俊充 (京大大学生存圏研究所)	

<p>14:25住宅床下環境における銅系接合具の木材防腐効果の検証 栗崎 宏（富山県農林水産総合技術センター木材研究所） 14:45暴露された木質材料の長期性能評価 久米凜佳（広島大学大学院先進理工系科学研究科、研究代表：森拓郎代理） 15:05自己修復性を持つ画期的な木材保護着色塗料の開発 大木博成（玄々化学工業株式会社）</p> <p>15:25総括 畑 俊充（京都大学生存圏研究所）</p>					
参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	6	1		
	他部局	2			
	学外	7			3
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium - 22	
研究集会 タイトル	第546回生存圏シンポジウム STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第二回: 磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用)	
主催者	阿部 修司 (九州大学 国際宇宙惑星環境研究センター)、海老原 祐輔 (京都大学 生存圏研究所)、西谷 望 (名古屋大学 宇宙地球環境研究所)、久保 勇樹 (情報通信研究機構 宇宙天気予報グループ)	
開催日	令和7年3月19日-21日	
場 所	九州大学西新プラザ、オンラインのハイブリッド	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	3
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	令和7年3月19日から21日にかけて、第546回生存圏シンポジウム「STE 研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ(第二回: 磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用)」を、九州大学西新プラザ及びZoomミーティングによるハイブリッドで開催した。研究集会では、第25太陽活動周期の極大期に到達し、非常に活発な活動を続ける諸々の宇宙天気現象の概況や、2024年5月に発生した巨大宇宙嵐の解析結果、その他超高層大気物理学に関連する多数の発表、議論がおこなわれた。	
目的と具体的な 内容	本研究集会は、太陽-地球結合系における一連の擾乱現象=宇宙天気を、主に磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用の観点から、一つの太陽地球系複合システムの流れとして理解することをテーマのひとつとして開催された。現地参加が難しい研究者や学生のため、九州大学での現地開催に加えZoomを用いたオンラインのハイブリッド研究集会とした。また、分野を横断する共同研究、研究者コミュニティの形成を目的のひとつとして、「ジオスペースの低エネルギープラズマ研究集会」、「極域・中緯度SuperDARN研究集会」との合同集会として開催した。研究集会では、極大期となり活発な活動を続ける最近の宇宙天気現象について複数の機関から報告がおこなわれた。また、2024年5月に発生した巨大宇宙嵐の解析結果や、多数の興味深いイベントについての講演がおこなわれた。参加者は学部生からシニアまで、さらには研究職以外の方を含み、それぞれの立場から活発な議論がおこなわれた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏の現況を把握するためには、その環境に大きく作用する太陽-地球結合の物理を広く理解する必要がある。本研究集会は、主に太陽地球系全体に関連する複合現象を取りあげ、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなど様々な手法を用いて、太陽-地球結合をひとつのシステムとして理解することを目的として開催され、生存圏科学の発展に大きく貢献した。また、ハイブリッドかつ2研究集会との合同集会として開催することで、分野間の接合と活発な議論の場を提供し、関連コミュニティの形成・発展に貢献した。	

3月19日

14:1014:30宇宙天気長期変化の概況報告篠原学（鹿児島高専）

14:3014:50REPPUコードレベル7による昼間側沿磁力線電流の再現上西園健太(九州大学理学府) 渡辺正和(九州大学理学府) 田中高史(九州大学国際宇宙惑星環境研究センター)

14:5015:10宇宙線中性子観測データ報告（2024年9月ー2025年3月）渡邊 堯（WDC for Cosmic Rays）

15:1015:30EE-indexに基づく赤道域の地磁気変動の報告ギルギス キロロス（九大i-SPES）、魚住 禎司（九大i-SPES）、藤本 晶子（九工大）、阿部 修司（九大i-SPES）、吉川 顕正（九大）

3月20日

13:3013:502024年に観測された流星・宇宙機再突入に伴うVLF電波放射：（1）低緯度オーロラと明るい流星（2024年8月12日 JST）、（2）北海道東方で発生した大火球（2024年12月5日）、（3）九州南方で発生した宇宙機（神舟SZ-17 MODULE）再突入（2024年12月19日）渡邊 堯（NICT）、塩川和夫（名古屋大ISEE）、大矢浩代（千葉大）、加藤泰男（名古屋大ISEE）、小林美樹（NMS）、鈴木和博（NMS）、津田浩之（陸別町銀河の森天文台）

13:5014:10地磁気現象概況報告2024年9月～2025年2月松浦大輔（気象庁地磁気観測所）

14:1014:50[Invited] Ground Magnetic Response to an extraordinary IMF BY Flip During the May 2024 StormS. Ohtani[1], Y. Zou[1], V. G. Merkin[1], M. Wiltberger[2], K. H. Pham[2], S. Raptis[1], M. Friel[1], and J. W. Gjerloev[1] (1:JHU/APL; 2: NCAR/HAO)

15:0515:25現象報告期間(2024.09-2025.03)におけるHOP radars/SuperDARN観測報告西谷 望（名大 ISEE）、堀 智昭（名大 ISEE）、新堀 淳樹（名大 ISEE）、細川 敬祐（電通大）、尾花 由紀（九大）、寺本 万里子（九工大）、SuperDARN PIs

15:2515:452024年5月10月磁気嵐時の中緯度電離圏変動ーHF Doppler観測ー菊池崇（名大ISEE）、橋本久美子（電通大DCEI）、細川敬祐（電通大DCEI）、富澤一郎（電通大DCEI）、坂井純（電通大DCEI）、海老原祐輔（京大RISH）、電通大HFDOPEグループ

プログラム

15:4516:052024年磁気嵐時の短波ドップラー観測の紹介橋本久美子、坂井純、細川敬祐（電通大）、中田裕之（千葉大）、菊池崇（名古屋）、野崎憲朗、並木紀子、富澤一郎（電通大）

16:0516:25HFドップラ測距機能で見た磁気嵐時の電離層変動野崎憲朗、並木紀子、細川敬祐（電通大）

16:4017:00電離圏シンチレーション準リアルタイム可視化モニタリングシステムの開発中村駿仁（九工大）、阿部修司（九大）、加藤彰紘（九大理）、牛王悠輝（九工大）、吉野郁海（九工大）、成合秀飛（九工大）、藤本晶子（九工大）

17:0017:20地上磁場データを用いた台風がもたらす電離圏擾乱の定量的解析西村美紀（九大）、吉川顕正（九大）、魚住禎司（九大）

17:2017:40VLF/LF帯標準電波観測に基づくD領域電離圏変動：太陽フレア・火球・人工衛星再突入・能登半島地震の影響大矢浩代（千葉大）、古谷凌汰（千葉大）、久保田朱音（千葉大）、福田夢斗（千葉大）、土屋史紀（東北大PPARC）、山本真行（高知工科大）、鷺見貴生（国立天文台）、中田裕之（千葉大）、渡邊堯（茨城大）、小林美樹（日本流星研究会）

3月21日

15:0515:252024年磁気嵐にともなう中国地方の地磁気誘導電流橋本久美子（電通大）、北村健太郎（九州工大）、菊池崇（名古屋大）、池田将晃、藤本浩（徳山高専）、海老原祐輔（京大）、細川敬祐（電通大）

15:2515:45南向き太陽風磁場に基づく夜側オーロラオーバル磁気緯度下限値推定モデル儘田龍一（九工大）、古川瑠晟（九工大）、竹川明雅（九工大）、藤本晶子（九工大）

15:4516:05極大期付近のコロナホールについて亙 慎一（NICT）

16:0516:25太陽サイクルを考慮した超小型人工衛星の軌道寿命の定式化?国際宇宙ステーションから放出されるサイズ1Uの人工衛星について?井上一成（九工大）、福田創士（九工大）、江本菜由莉（九工大）、藤岡琉雅（九工大）、藤本晶子（九工大）

16:4017:00ドロネー三角形分割に基づく高フレームレートなイオノグラム動画像生成吉野郁海（九工大）、中村駿仁（九工大）、牛王悠輝（九工大）、成合秀飛（九工大）、藤本晶子（九工大）

17:0017:20Evening CEJに対する 月潮汐効果とE-F層間電場について加藤彰紘（九大理）、吉川顕正（九大理）、藤本晶子（九工大）

17:2017:40期間概況報告、全体まとめ阿部修司（九大i-SPES）

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研		3		
	他部局				
	学外		65	18	9
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	R6-Symposium -08	
研究集会 タイトル	第547回生存圏シンポジウム ジオスペースの低エネルギープラズマ研究集会 Workshop on Low-energy plasma in the Geospace	
主催者	尾花由紀（九州大学国際宇宙惑星環境研究センター）丸山奈緒美（コロラド大学LASP）三好由純（名古屋大学ISEE）	
開催日	令和7年3月19－21日	
場 所	九州大学西新プラザ	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	3
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	名大ISEE・京大RISH・極地研・九大i-SPES共同主催 「ジオスペースの低エネルギープラズマ研究集会」を、「2024年(令和6年度)・第2回STE(太陽地球環境)現象報告会」「令和6年度極域・中緯度SuperDARN研究集会」との合同で、九州大学西新プラザ及びオンラインのハイブリッドで開催した。研究集会では、海外研究者による招待講演や2024年5月に発生した巨大地磁気嵐における電離圏・内部磁気圏プラズマ環境の変動をはじめとする多数の発表が行われ、活発な議論がかわされた。	
目的と具体的な 内容	<p>【目的】 ジオスペースにはeVからMeVに及ぶ幅広いエネルギー帯に属すプラズマが存在しており、プラズマ波動を介して互いに影響を及ぼしあっている。本研究集会では、その中でも低エネルギーのプラズマをターゲットとする。磁気圏プラズマのうち、エネルギーの高い環電流や放射線帯は、宇宙機や宇宙飛行士等へ及ぼす直接的な害があり、注目され研究が進んでいる。しかし、低エネルギーのプラズマ圏(<数eV)やcloak (eV~100eV)は、粒子計測機による直接計測が難しく、研究が進んでいない。一方で、これらは磁気圏において最も質量の大きなプラズマ群であり、波動-粒子間の共鳴条件や、波動の成長速度を決定づけるなど、磁気圏ダイナミクスにおいて重要な役割を担っている。よって磁気圏の低エネルギープラズマに関する最新の知見を持ち寄る場をつくり、我が国のこの分野のコミュニティを発展させることを目的として、本研究集会を開催した。</p> <p>【内容】 研究のターゲットが比較的近いSTP現象報告会、SuperDARN研究集会との共同開催の形をとり、かつ現地参加とオンライン参加のハイブリッド形式で開催した。低エネルギープラズマ研究集会独自の取り組みとしては、国外から3名の招待講演者をオンラインで招聘し、国内での研究が手薄なトピックについても最新の研究成果に関する知見を高める機会を設けた。三日間の会期中に、3研究集会で合計43件の講演が行われた。</p>	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本研究集会で取り扱う低エネルギープラズマが存在する「地球磁気圏」は「生存圏」を構成する大気圏、宇宙圏に含まれる領域である。近年、人類の宇宙進出は目覚ましく、宇宙空間は人類の社会活動において必要不可欠な領域となっている。そのため、地球磁気圏の環境変動を調査し、有害な変動現象を未然に予想することは、人類の安定的な宇宙環境利用を進める上で喫緊の課題となっている。 プラズマ圏に代表される低エネルギープラズマは、磁気圏において最も質量の大きなプラズマ群であり、波動-粒子共鳴条件や、波動の成長速度、太陽風からのエネルギー流入量にも寄与するアルヴェン速度などを決定づける、重要な役割を担っている。そのため低エネルギープラズマのダイナミクスを理解することは、生存圏環境と調和した持続的社会的基盤となる先進的科学技術を探究する生存圏科学の目的に深くかかわるものである。	

本研究集会は、2015年に前身となる「プラズマ圏の観測とモデリング」研究集会が開催され、以後毎年開催されており、国内の低エネルギープラズマ研究コミュニティの活性化に寄与してきた。特に

(1) ジオスペースの低エネルギープラズマに特化し、集中的な意見交換を行う貴重な機会として機能している点

(2) オンラインの利点を生かし、海外からの講演者を呼びこむことで、我が国の低エネルギープラズマ研究が比較的手薄なトピックに関する知見を高める効果が期待される点

(3) 研究のターゲットが比較的近いSTP現象報告会、SuperDARN研究集会との共同開催の形をとることでより多くの聴衆を呼び込み、また低エネルギープラズマ研究の動向を広く共有することができる点

で、生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成に貢献している。

3月19日 (火)

Opening

12:30-12:35 Opening

SuperDARN セッション

12:35-12:55 SuperDARN HOP radars 現況報告

西谷 望 (名大ISEE)、堀 智昭 (名大ISEE)

12:55-13:15 昭和 SENSU レーダーの現状と今後

行松 彰 (極地研)

13:15-13:35 孤立型サブストームに伴う全球電磁場応答

林 萌英 (九大)、吉川 顕正 (九大i-SPES)、

Ohtani Shinichi (APL)、藤本 晶子 (九工大)

13:35-13:55 模擬磁気圏から直接求めるダンジー循環の磁力線再結合率:

極冠横断電位差に対応する磁気圏側の物理量

畠山 将英、渡辺 正和、藤田 茂、田中 高史 (九大等)

現象報告会 セッション

14:10-14:30 宇宙天気長期変化の概況報告

篠原 学 (鹿児島高専)

14:30-14:50 REPPUコードレベル7による昼間側沿磁力線電流の再現

上西園 健太、渡辺 正和、田中 高史 (九大)

14:50-15:10 宇宙線中性子観測データ報告 (2024年9月~2025年3月)

渡邊 堯 (WDC for Cosmic Rays)

15:10-15:30 EE-index に基づく赤道域の地磁気変動の報告

ギルギス キロロス、魚住 禎司、藤本 晶子、

阿部 修司、吉川 顕正 (九大・九工大)

低エネルギープラズマ セッション

15:45-16:05 低エネルギーイオン Trunk 構造の統計解析

三好 由純、井岡 翔馬、浅村 和史 (名大・ISAS)

16:05-16:45 [Invited] Dynamics in the boundary region of plasmasphere

Fei He (IGGCAS, China)

17:00-17:20 Effects of intrinsic magnetic field strength on

ULF Wave Excitation related to the plasmopause

長田 知大、関 華奈子、山川 智嗣、山本 和弘、

海老原 祐輔、天野 孝伸、三好 由純、桂華 邦裕

17:20-17:40 Effects of cold plasma on the excitation of

ULF waves in the inner magnetosphere

山川 智嗣 (名古屋大学ISEE)

3月20日 (水)

低エネルギープラズマ セッション

09:05-09:45 [Invited] Cross-Energy Coupling Between

Low-Energy Plasma and Energetic Particles

in Earth's Inner Magnetosphere

Qianli Ma (UCLA, USA)

09:45-10:05 Indian Institute of Geomagnetism,

Field Aligned Low Energy Oxygen (FALEO) events analysis

based on Arase LEPi observations from 2020-2023

Trunali Anil Shah (Indian Institute of Geomagnetism)

10:05-10:25 磁気嵐時のカスプからのイオン流出の季節、

太陽活動依存性のモデリング

北村 成寿 (名大ISEE)、Glocer Alex (NASA/GSFC)

10:40-11:00 内部磁気圏における低エネルギー (<300 eV) 0+プラズマの

空間分布・ピッチ角分布

能勢 正仁 (名古屋市立大学データサイエンス学部)

11:00-11:20 2024年5月磁気嵐中のプラズマ質量密度増加について

尾花 由紀、北村 成寿、新堀 淳樹、山本 和弘、

土屋 史紀、熊本 篤志、笠原 禎也、松岡 彩子、

三好 由純、篠原 育 (九大・名大・東北大・金沢大・京大・JAXA)

プログラム

- 11:20-11:40 2024年5月の巨大磁気嵐時におけるプラズマ圏・電離圏の電子密度の時間・空間変動の特異性について
新堀 淳樹 他 (名大・東北大・金沢大・京大・九工大・NICT)
- 11:40-12:00 Estimation of ion composition during the May 2024 super geomagnetic storm by using magnetoseismology technique
山本 和弘 他 (名大・京大・九工大・東北大・金沢大・JAXA)
- ### 現象報告会 セッション
- 13:30-13:50 2024年に観測された流星・宇宙機再突入に伴うVLF電波放射の報告
渡邊 堯 (NICT)、塩川 和夫 (名大ISEE)、大矢 浩代 (千葉大)、加藤 泰男 (名大ISEE)、小林 美樹 (NMS)、鈴木 和博 (NMS)、津田 浩之 (陸別町銀河の森天文台)
- 13:50-14:10 地磁気現象概況報告 (2024年9月~2025年2月)
松浦 大輔 (気象庁地磁気観測所)
- 14:10-14:50 [Invited] Ground Magnetic Response to an Extraordinary IMF BY Flip During the May 2024 Storm
S. Ohtani, Y. Zou, V. G. Merkin, M. Wiltberger, K. H. Pham, S. Raptis, M. Friel, J. W. Gjerloev (JHU/APL, NCAR/HAO)
- 15:05-15:25 2024.09~2025.03 におけるHOP radars / SuperDARN観測報告
西谷 望、堀 智昭、新堀 淳樹、細川 敬祐、尾花 由紀、寺本 万里子、SuperDARN PIs
- 15:25-15:45 2024年5・10月磁気嵐時の中緯度電離圏変動: HF Doppler観測
菊池 崇、橋本 久美子、細川 敬祐、富澤 一郎、坂井 純、海老原 祐輔、電通大HFDOPEグループ
- 15:45-16:05 2024年磁気嵐時の短波ドップラー観測の紹介
橋本 久美子、坂井 純、細川 敬祐、中田 裕之、菊池 崇、野崎 憲朗、並木 紀子、富澤 一郎
- 16:05-16:25 HFドップラ測距機能で見た磁気嵐時の電離層変動
野崎 憲朗、並木 紀子、細川 敬祐 (電通大)
- 16:40-17:00 電離圏シンチレーション準リアルタイム可視化モニタリングシステムの開発
中村 駿仁、阿部 修司、加藤 彰紘、牛王 悠輝、吉野 郁海、成合 秀飛、藤本 晶子
- 17:00-17:20 地上磁場データを用いた台風による電離圏擾乱の解析
西村 美紀、吉川 顕正、魚住 禎司 (九大)
- 17:20-17:40 VLF/LF帯標準電波観測に基づくD領域電離圏変動
大矢 浩代、古谷 凌汰、久保田 朱音、福田 夢斗、土屋 史紀、山本 真行、鷲見 貴生、中田 裕之、渡邊 堯、小林 美樹
-
- ## 3月21日 (木)
- ### 低エネルギープラズマ セッション
- 09:05-09:45 [Invited] Plasmaspheric Plumes Observed by MMS Near the Dayside Magnetopause
Cristian Ferradas (NASA, USA)
- 09:45-10:05 Dipolarization Events With Inductive, Radial Electric Fields in the Inner Magnetosphere
松井 洋 (UNH)
- 10:05-10:25 プラズマ圏再充填の数値計算
丸山 奈緒美、Jaden Fitzpatrick (コロラド大)、Kausik Chatterjee
- ### SuperDARN セッション
- 10:40-11:00 磁気圏エミュレータとSuperDARNデータによる極域電離圏環境の再現
中野 慎也 (統数研)、S. Reddy (極地研)、片岡 龍峰 (極地研)、中溝 葵 (NICT)、藤田 茂 (DS施設)
- 11:00-11:20 夕方側に見られるULF波動を含むレーダーエコーの統計解析
細川 敬祐 (電通大)、堀 智昭、西谷 望、新堀 淳樹、尾花 由紀、寺本 万里子、三好 由純、行松 彰
- 11:20-11:40 Initial results of the Fall 2023 SuperDARN-Arased conjunction campaign: SAPS and related magnetospheric features
堀 智昭、細川 敬祐、西谷 望、新堀 淳樹、三好 由純、寺本 万里子、尾花 由紀、行松 彰、塩川 和夫、片岡 龍峰 他多数
- 11:40-12:00 IMF北向き時に現れる夜側電離圏対流の起源
渡辺 正和、蔡 東生、藤田 茂、田中 高史

- ## SuperDARN セッション
- 13:30-13:50 SuperDARN北海道陸別第一レーダーにおける
ノイズ除去とデータ処理過程について
早水 翔大、西谷 望、濱口 佳之、堀 智昭、新堀 敦樹 (名大ISEE)
- 13:50-14:10 アメリカ西海岸のアマチュア無線家による
SuperDARN陸別レーダーの電波受信データ解析
橋爪 隼平、西谷 望、堀 智昭、新堀 淳樹 (名大ISEE)
- 14:10-14:30 低緯度オーロラに関連した中緯度電離圏対流：
SuperDARN HOP radars観測を中心に
西谷 望、堀 智昭、新堀 淳樹、細川 敬祐、尾花 由紀、
寺本 万里子、塩川 和夫、片岡 龍峰
- 14:30-14:50 総合討論
- ### 現象報告会 セッション
- 15:05-15:25 2024年磁気嵐にともなう中国地方の地磁気誘導電流
橋本 久美子、北村 健太郎、菊池 崇、池田 将晃、
藤本 浩、海老原 祐輔、細川 敬祐
- 15:25-15:45 南向き太陽風磁場に基づく
夜側オーロラオーバル磁気緯度下限値推定モデル
儘田 龍一、古川 瑠晟、竹川 明雅、藤本 晶子 (九工大)
- 15:45-16:05 極大期付近のコロナホールについて
亘 慎一 (NICT)
- 16:05-16:25 太陽サイクルを考慮した超小型人工衛星の軌道寿命の定式化
～国際宇宙ステーションから放出されるサイズ1Uの人工衛星について～
井上 一成、福田 創土、江本 茉由莉、藤岡 琉雅、藤本 晶子 (九工大)
- ### 現象報告会 セッション
- 16:40-17:00 ドロネー三角形分割に基づく
高フレームレートなイオノグラム動画画像生成
吉野 郁海、中村 駿仁、牛王 悠輝、成合 秀飛、藤本 晶子 (九工大)
- 17:00-17:20 Evening CEJに対する月潮汐効果とE-F層間電場について
加藤 彰紘、吉川 顕正 (九大理)、藤本 晶子 (九工大)
- 17:20-17:40 期間概況報告、全体まとめ
阿部 修司 (九大 i-SPES)

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関 に所属する方	内、企業関係
	生存研	3			
	他部局				
	学外	66	18	9	
その他 特記事項					

生存圏未来開拓研究センターについて

桑島 修一郎、仲井一志、松葉史紗子

京都大学 生存圏研究所 生存圏未来開拓研究センター

1. 概要

京都大学生存圏研究所（生存研）では、生存圏学際萌芽研究センターを中心とする活動体制から、新興領域・融合領域・学際領域の開拓および産官学共同研究の強化を目的として、2022年4月より生存圏未来開拓研究センターに移行した。共同利用・共同研究拠点における学際性や萌芽性を活かした新分野開拓を行うとともに拠点の運営体制を効率化することを目指している。中核研究部の中堅・若手専任教員がセンターに移籍し、スモールアイランド型研究ユニットを主導することにより、研究所の既定路線に捉われない新領域探究に注力する環境を構築する。2024年7月には松葉史紗子特定講師が加わり、これまで生存研でカバーできていなかった海域研究を含む様々な生態系を対象に、統計数理的アプローチを駆使しながら、社会－生態システムの成り立ちを紐解く研究を推進している。

2. 特徴的な活動

研究ユニット活動の他に、中核研究部とセンターとの相互作用を強化するために、2022年度から始められた中堅、若手教員による公開講座も継続中であり、2024年度は「見えないモノを見てやろう！ 未来の社会が見えてくる？」をテーマに実施した。また、センターが主導し、生存研の共通課題である“サステナビリティ”について、生存研における多様な研究がどのようにアプローチしてきたのかを子供たちにも理解できる書籍の発刊も進めている。

3. 特徴的な組織運営

センターの役割として、研究ユニットと歩調を合わせながら共に課題設定段階から多様なステークホルダーを取り込み社会との接点を持つことにより、将来的に社会的訴求力を発揮し得る基礎・基盤研究環境を構築することも挙げられる。名目的な連携を超えた、共同事業創出等を可能とする実質的な学外連携を促進するために、センター内に「生存圏科学・イノベーション部門」を正式に設置し、ディープテック・スタートアップ経営者、行政経験者、欧州における学際研究の権威など5名の特任または客員教員が参画しセンター活動に貢献している。

高崎宏之

特任准教授

Acwest 代表

元外資系コンサルタント

宇宙天気 AI 予報技術の深化に向けた研究開発及び活用方法に関する探索活動に従事、本格的な宇宙ビジネスへの展開

<p>渡邊政嘉 特任教授 元経産省・元内閣府</p> <p>仲上祐斗 特任講師 元 NEDO AIPE 認定知財アナリスト</p> <p>Ortwin Renn 客員教授 (2024年7月まで) 元 Science Director (Research Institute for Sustainability - Helmholtz Center Potsdam)</p> <p>木村建次郎 客員教授 神戸大学数理・データサイエンスセンター教授 Integral Geometry Science 代表</p>	<p>新学際領域探索の方法論（主観・客観統合型アプローチ）の実証研究および体系化</p> <p>知財・標準戦略に基づく、社会課題解決と産業が両立するエコシステムの構築に向けたワークショップの企画やファシリテーション</p> <p>学際性概念の歴史的変遷を俯瞰的に捉え、特に困難な挑戦が予想される Transdisciplinary Research に関する国際的な権威</p> <p>現役ディープテック・イノベーターとして生存圏科学におけるイノベーション可能性について知見を創出</p>
--	--

4. 第2期研究ユニット体制（2025年度～）の方向性

研究ユニットは3年間で新陳代謝を図りながら、既存研究ユニットは中核研究部に帰還し本格的な研究展開を行うとともに、新規研究ユニットが継続的に新領域を探索するという、持続的なエンジン機能を持たせている。現在センターに所属する4つの研究ユニットは第1期であり、2025年度から第2期に移行する。第2期では、中核研究部とセンターの教員がチームを形成するミドルアイランド型研究ユニットにまで拡張し、国の大型事業、ディープテック・スタートアップ育成への参画も積極的に進める。図に示すように、現在、5つの新規研究ユニットを想定して準備を進めている。

以上

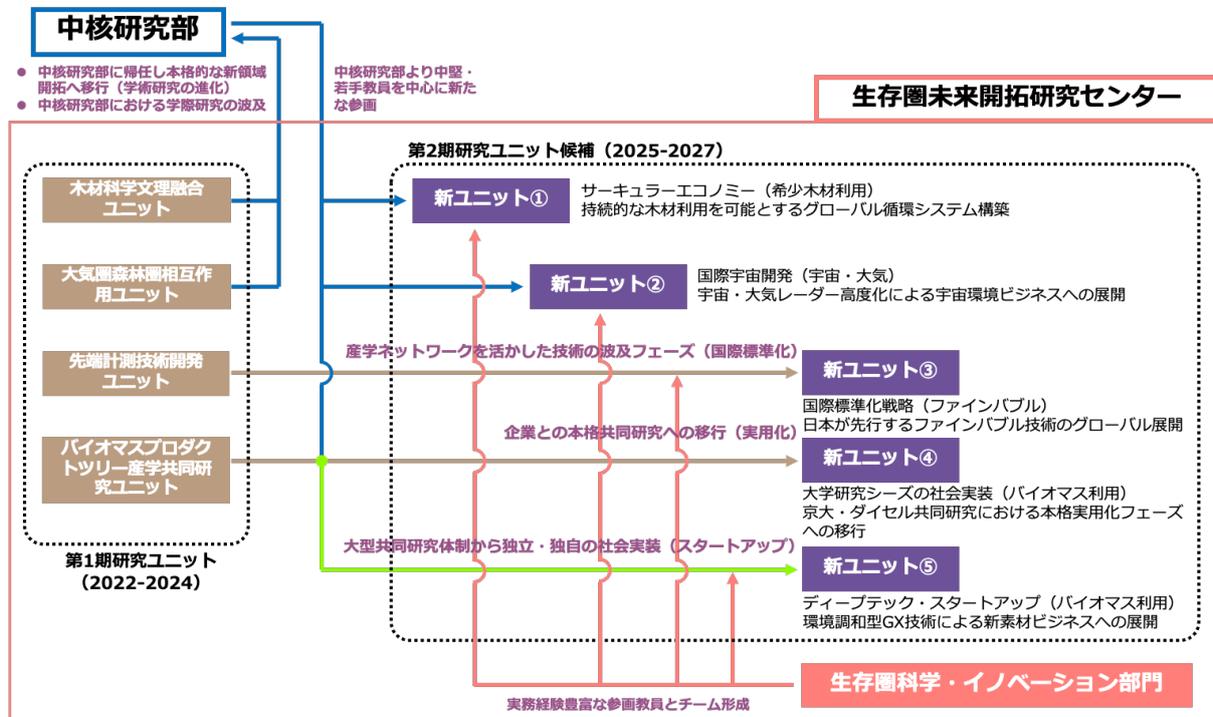


図 第2期研究ユニット体制案

希少木材種を使い続けていくための資源育成と使い方の科学

仲井 一志

京都大学 生存圏研究所

1. 希少木材種を「使う」という選択肢

ワシントン条約 (CITES: Convention on International Trade in Endangered Species) は、野生動植物の国際取引の規制を輸出国と輸入国とが協力して実施することにより、絶滅のおそれのある野生動植物の保護をはかることを目的とした条約である。日本の小学校に通ったことのある人なら誰しも一度は手にしたことがある「楽器」に CITES の附属書掲載種が多く使われているということは、実はあまり知られていないかもしれない。例えば、ピアノの白鍵部分には象牙が使われていたし、ギターの側裏板にはブラジリアンローズウッド (*Dalbergia nigra*) が使われていた。いずれも現在は CITES の附属書 I に掲載されており使用されていないが、後者の *Dalbergia* 属に属する他の樹木種はギターや木管楽器、打楽器などに木材として現在も使われている。現在、この *Dalbergia* 属の樹木種 (ローズウッドと呼ばれる) は全種が CITES の附属書 II 掲載種である。*Dalbergia* 属や *Diospyros* 属など熱帯地域に分布する樹木種のいくつかは、楽器として特に有用な特性と伝統的価値をもち、限定的な市場と個体数の少なさから「希少木材種」と呼ばれる。

CITES の掲載種を材料として産業的に使うというのは、自然環境における貴重な種を絶滅に追い込む可能性があり、ネイチャーポジティブの実現に向けてマイナス要素であるのかもしれない。しかし見方を変えれば、「使う」ということが原産地において重要な価値になっている可能性が見えてくる。例えば、タンザニアのアフリカン・ブラックウッド (ABW: *Dalbergia melanoxylon*) はクラリネットやオーボエなどの木管楽器の管体材料として使われており、近年の都市部における急激な経済成長により疲弊したタンザニア国内の森林において、ほぼ唯一と言える国際的な資源価値をもつ樹木である。市場規模として世界的にはニッチなものである一方で、楽器に使うという価値そのものが原産地域の林業として地域産業になり得る可能性を含んでいると言える。

林業において「使う」という選択肢は何より重要であり、樹木を木材として使う道があれば、その使い道を原資として自然環境と調和した資源保全を考えていくべきである。かつてピアノの響板や鍵盤などに使われていたアカエゾマツ (*Picea glehnii*) は、現在でも北海道の主要造林樹種であるが、木材としての価値が十分に見いだされず造林から 30 年、40 年後に放置される事例が後を絶たない。すでにピアノ部材としては北米や欧州のスプルス材に使い道を譲ってしまっており、一度失っ

てしまった価値を取り戻すのは容易ではない。楽器への木材利用とは木材固有の物性に高い価値を見出し、木材に唯一無二の価値をつけることができる。そのような利用方法を木材価値の頂点におき、「使える」樹木を持続的に「育て」て木材の価値を維持していく方法論を掴み、科学的に実証していくことが筆者の研究路線である。

2. 資源を育てることと、使い方を考えること

資源を育てる、という言葉で真っ先に思い浮かぶのが「植林」である。植林にはいくつかの手法があり、自然環境の中で生育する樹木の天然更新を疑似的に促進するという目的で筆者はエンリッチメントプランティングという植林手法をタンザニアで実装してきた（図 1）。先述の ABW を対象にタンザニアの住民参加型森林経営のスキームの一つとして、2018 年より 1 年サイクルで地域コミュニティの管理する森林内に植林を開始し、2023 年に初年度植栽プロット（1.5 ha）の 5 年目の成長観測を終了した。観測の結果、植栽した約 1500 本の実生苗木のうち約 62% が生存し、樹高は最高で 3 m 近くまで成長した個体が見られた。その成長は土壌条件に大きく影響を受けており、森林の光環境に対する依存度は低かった。これは植栽地の植生であるミオンボ林（Miombo Woodland）が乾燥疎開林と言われるほど、比較的低い立木密度で林冠開空度が高い地域であることも要因であろう。この観測結果により、ABW の天然林へのエンリッチメントプランティングは可能であるという一応の結論は得たが、課題も多い。例えば頻発する森林火災や遊牧民による家畜の放牧、違法伐採など、林内の数々の攪乱を制御する必要があることは言うまでもない。

次に「使い方」である。筆者は、木を使うという様々な行為の中で、「木を木材として使う」ことが木の付加価値を最も高め、原産地の森林への便益になると考えている。木材を楽器に使う際の最も大きな障壁は、樹木が内部に含む多くの成長痕跡（節や割れなど）がすべて欠点として認識されてしまい品質要件を満たさないことである。これにより、ABW を始め多くの希少木材は原木材積の 10% 以下という低い歩留で使われ、森林での過剰伐採を誘発している。

しかし、楽器には使えない部分であっても、欠点なく楽器に必要な木材の特性を維持した材料に再生できれば、木材の使い方はより付加価値高く、効率の良いものになる。そこで筆者らは、日本で提唱され



図 1 農村で育成する ABW 実生ポット苗



図 2 ABW 木片を原料とした流動成形体

てきた木質流動成形の可能性に着目し、楽器用途から外れた「未利用の」ABW材を基材としてABWの特性を引き継いだ材料の開発を進めている（図2）。特性とは例えばABW特有の異方性であり、内部損失や動的弾性率などの音響特性値である。製材時の端材を木片とし、木材の繊維方向の配向をマクロ的に制御しながら流動成形することで、これら特性値を制御できる。そして、金型内での流動距離を上げて成形すると、ABWそのものの繊維配向をマクロ的に疑似再現できる木質100%の材料を作ることができることを明らかにした。

3. 新研究ユニット「地域森林価値循環ユニット」

希少木材種を取り巻く現状は、意外なほど明らかにされていない。その用途自体が限定的であり、使途の始まりすら明らかではない。これら木材種の特徴を明らかにしながら、森林での育て方や木の使い方を総合的に科学して希少木材種の価値を紐解く。新たに設置する地域森林価値循環ユニットはそのような総合研究のための枠組みであり、この枠組みを活用し、学術的基礎知見を得るだけでなく産業分野での実用化、地域社会への実装視野に入れた研究を進めていく。

人新世における環境変動とその影響を精緻に捉える —自然と人と社会の連関を紐解く—

松葉 史紗子

京都大学 生存圏研究所

1. 研究の背景と目的

人新世において、気候変動や土地被覆の変化といった自然環境の変化は、これまでとはインパクトの大きさも質も異なるかたちで、現代の私たちの暮らしに大きな変革を迫っています。その変革で求められるものには、テクノロジーの発達、古典的な生物多様性や生態系の保護・保全を後押しする手立てだけにとどまりません。人間社会をこれまで駆動してきた経済圏や文化圏を巻き込みながら、個人レベルからグローバルレベルまでの価値観の変容や醸成が求められています。

新たに求められる変容は、必ずしも未知のものとは限りません。古くから培われてきた、人と自然界との関わり合いから育まれてきた叡智には、現代社会では失われつつあるものも少なくなく、そうした過去の営みから多くを学び直しながら、現代の暮らしを再構築していく必要があります。

そこで、私が取り組む一連の研究では、人間の理解に立脚した生存圏のあり方を丁寧に探索し、課題の発掘、異なる分野の知識・技術の統融合を以て、自然と人と社会の新しいあり方の提案につなげることを目指します。

2. 現在までの研究

2024年度に主に注力した研究は、生物多様性の変動要因の解明がまず挙げられます。要因としては気候変動、土地被覆の変化、汚染を取り上げて研究を行いました。さらに、生物多様性を享受する人間の行動と社会システムに焦点を当てた研究を展開しました。

具体的には、気候変動および土地被覆の変化と生物多様性の関係についての研究では、日本の絶滅危惧維管束植物 1010 種を対象とした広域・多種での絶滅リスク評価を行いました。年平均気温や年間降水量といった気候要因と、荒地、農耕地、市街地といった土地被覆のタイプ、そして保護区の効果を系統モデルに含めることで、種ごとの環境要因への応答を明らかにしました。多種少数サンプルとされる絶滅危惧種のデータは、これまで環境要因と紐づけたモデル化が困難とされ、広域・多種での解析は進んでいません。本研究では、日本の全国スケールでの豊富なデータと系統モデルの高速化によりモデル化を実現しました。

開発した高速系統モデルは、海洋での生物多様性変動解析への活用を進めています。

日本周辺深海域を対象として、環境 DNA を用いた原生生物多様性 800 種の変動解析や映像データから抽出したマクロ生物の多様性変動解析を進めています。

また、気候変動と土地被覆の変化に加えて、人間活動の顕著な影響の一つに汚染があります。とりわけ近年、注目を浴びるようになった海洋ゴミについて、統計モデルおよび海洋物理モデルを活用した分布の推定・予測を進めています。本年度は、南仏地域で海洋ゴミに関する活動をしている NGO 団体 ReMed からの協力を得て、市民が収集した海岸ゴミデータの整備と対象海域の流れ場（渦度）を計算し、海岸へのゴミ漂着推定モデルの開発に取り組みました。

最後に、生態系・生物多様性の理解だけではなく、それらを利用する人間社会との連関を意識した研究を展開しています。離島地域である長崎県対馬市において、漁業者と連携しながら、様々な種をバランスよく漁獲することで、水産資源の保全と漁業者の経済的安定性を両立する可能性を科学的に検証・評価することに取り組みました。

3. 今後の展開

開発したモデルを将来の環境条件に適用することで、絶滅危惧種の分布予測および絶滅リスクの推定を行います。同様に、陸域で開発したモデルを応用し、深海生物多様性の変動要因の解明とその予測を進めます。こうした解析は、これまで実現できていなかった、より高い時空間解像度での推定や、対象生物種の網羅性を高め、生物多様性の変動をより精緻に捉えることにつながります。合わせて、対馬での水産業を例としながら、人間の行動と生物多様性の相互作用の解析を進め、自然と人と社会の連関を明らかにする研究を展開します。

4. 成果

論文

Matsuba M., Fukasawa K., Aoki S., Akasaka M., Ishihama F. (2024) Scalable phylogenetic Gaussian process models improve the detectability of environmental signals on extinction risks for many Red List species. *Methods in Ecology and Evolution*, 15.4: 756-768.

オープンソースコード

Matsuba M. and Fukasawa K. (2024) MisakoM/NNGP_stan_code: NNGP_stan_code.Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10494679>

主催シンポジウム

Matsuba M. International Mini-Symposium “Global change on biodiversity” and “Rangeshifter” Hands-on seminar. Kyoto University. 2025.3.11-12

招待講演・セミナー

松葉史紗子 京都大学大学院農学研究科 応用生物科学専攻海洋生物科学講座セミナー

松葉史紗子 京大大学生存圏研究所オープンセミナー

人と木の歩みの軌跡を複眼的にみつめる

田鶴 寿弥子

京都大学 生存圏研究所

1. 研究の背景と目的

自然を神聖視し、巨木や巨山などに神の姿を重ねた日本人にとって、特に樹木・木材は物理的理由に加えて信仰の観点からも重要な対象物の一つであったことは容易に想像ができ、豊かな精神世界、文化構築になくはならないものであったといえよう。もちろん、科学技術が発達し、高度な社会・文明を享受する我々現代人にとって、神や仏に対する信仰や自然観は古代人と同じとは言えない側面もあろう。しかしふと立ち止まって現代の文化を見つめたとき、目に見えない神や仏への信仰や自然をめぐる世界観の中に、脈々となにかしら形は変わろうと生き続けているものがあることに気づかされる。儀式化されたものも多いとは言え、習俗・文化の端々に、日本人の心の奥底に秘められた自然への畏怖や繋がりが今も残されているように感じる。

独特の展開をみせてきた日本文化において、木はさまざまな観点から、人々と強くつながりを持っていたことが示唆されており、例えば考古学、美術史学、建築史学、民俗学など多岐にわたる分野で研究が行われてきた。しかし、それらは個々の学問領域内で研究が展開されることが少なくなく、例えば時代ごとにどのような樹種が好まれ、文化の中で木がどのような意味を持っていたのかといった、やや大きなスケールで、かつ答えが一つに集約しにくい研究事例は多くはない。例えば平安から鎌倉時代は日本文化が大きく和様化した時期であるが、この時期、神仏習合や気候変動などもあり、日本人と木との関係には何らかの変化が起きたことが想像される。広視野で複眼的に見つめる総合知研究の遂行がそれらの答えを導く鍵となると考えてきた。

2. 現在進行形、そしてこれからも続く文化財研究

筆者は、木材解剖学の研究者として、長年修理に際して様々な木製文化財の樹種を調査する研究を行ってきており、中でも特に勢力的に進めているのが、アジアの木彫像の樹種調査である。日本では、東京国立博物館や森林総合研究所などにより 8 世紀から 9 世紀頃に制作された一木彫像の多くに、カヤが使用されていることが明らかとされ、当時の仏典に書かれた仏像彫刻用材栢木との関係が追究されている。一方筆者らが注目している 10 世紀から 13 世紀頃においては、カヤやヒノキのような針葉樹に加えて広葉樹が使用されるケースも徐々にふえることが判明してきている。特に、起源を山陰地方と考えられている約 20 体の神像群の多くにモクレン属が使われている事例を継続して研究している中で、なぜその樹種が選択されたのか、という問いに答え

を導くため、様々な角度から研究を進めている。信仰の対象である木彫像の用材の研究は古代の人と木との関係を紐解く上で、重要な意味を有するはずである。このような文化財の科学調査にくわえ、和様化が進んだ当該時期に描かれたやまと絵や仏画、あるいは書籍の中でみずみずしく描かれた樹木は、おそらく当時の人々の樹木観の一端が映し出されていると推測でき、やまと絵、古典、仏画、神道にも注目し、当時の人々の樹木信仰・用材観に注目した情報の収集を進めている。

3. 今後の展開

人の心を支えてきた信仰、そしてそれらの世界観を表現するために制作された美術品等に込められた、人と木との向き合い方の軌跡を、今見つめるべき時期に来ていると感じている。過去の人々と自然との関係に寄り添い、声を聴き続ける研究こそ、人と木とのあゆみを理解するために必要なアプローチではないだろうか。

山陰地方に由来すると考えられている一連のモクレン属の神像彫刻群については、今年もフランスやスイスなど各地で同グループに属すると考えられる像が発見され、継続して樹種や年代調査を進めている。今後も継続した研究が必要と考えている。

木彫像の調査では、制作時期や地域によって調査の機会に偏りがあるきらいも否定できないが、継続して地道に調査を進めることで木材選択の変遷やその背景に流れるその時期その時期の日本人の木との向き合い方を紐解けたらと考えている。過去の木や文化財をみつめ、そこにみえる古代人の心によりそい、その心を未来へとつないでいく、そのような温故知新型の研究を続けていきたい。

4.

5. 成果

論文・報告等

- 1) 田鶴寿弥子、木彫像における樹種および年代調査報告 ―大谷寺蔵王権現および日吉神社女神像について― 越前町織田文化歴史館研究紀要 第10集 2025年3月予定
- 2) 濱田恒志、田鶴寿弥子、杉山淳司、島根県内に所在する木彫仏像・神像の樹種調査(2) ―附・放射性炭素による年代測定結果―、古代文化研究 2025年3月予定

招待講演

- 3) 田鶴寿弥子、文化財の樹種調査結果からみつめる人と木の歩み、保存科学研究集会 2024・日本木材学会木質文化財研究会 2024年度例会 「木質文化財の保存修復に関する新たな視点・最近の取組」 2024年12月14日
- 4) 田鶴寿弥子、ひとかけらの木片が教えてくれること、日本林業同友会会合 2024年12月2日
- 5) 田鶴寿弥子、人と木の歩んできた道、令和6年度文化財保存修復を目指す人のための実践コース 自然と文化財―循環型の保護継承を目指して― オンラインコース
- 6) 田鶴寿弥子、茶室の樹種から紐解く人と木のあわい、表千家群馬県青年部 令和6年度総会・講演会 2024年6月30日

大気圏森林圏相互作用ユニット

高橋けんし、杉山暁史
京都大学 生存圏研究所

1. ユニットの概要

地球の大気圏と森林圏の相互作用を理解するとともに、その機能の有効な活用方法を探索することは、持続可能な社会の構築を目指すうえで非常に重要な視点である。植物が光合成により大気中の二酸化炭素を固定し、酸素を放出することや、微生物が窒素固定により大気中の窒素を生物が利用できる形態に変換することは、大気圏・森林圏の相互作用の代表例である。これらの植物や微生物の機能により、人類はその長い歴史を支えられてきた。本研究ユニットでは、近年、特に重要となっている温室効果気体の収支や揮発性有機化合物を介した物質変動の研究や、大気圏・森林圏の相互作用に寄与する植物や微生物の機能に関する研究を行った。大気や植物、土壌といった個別のコンパートメントでの先端的な研究を生存圏の物質変動・物質循環という視点に広げてシームレスにとらえ、持続可能な社会としてあるべき姿における大気圏・森林圏の相互作用の基本的構造と機能を理解することを目指す。

2. 研究成果

本ユニットでは、半導体レーザー分光法を用いた野外計測により、代表的な湿地性樹木であるハンノキ(*Alnus japonica*)の樹幹からメタンガスが漏出していることを見出した。発生量の季節性と日周変動を明らかにするとともに、メタンガスが漏出するメカニズムを明らかにした。とりわけ、構造方程式モデリングにより、根圏土壌中に生息するメタン生成菌の活動度の地温依存性が、樹幹からの発生量を制御する主要因であることを示した。同時に、ハンノキの細根を光学顕微鏡と SEM を用いて組織観察し、メタンガスの拡散輸送に寄与していると考えられる細胞間隙の存在を発見した。

また、本ユニットの萌芽的な課題として、土壌メタン生成菌およびメタン酸化菌に与える生物起源揮発性有機化合物(BVOCs)の影響を調べる研究を開始した。物質フラックスの計測のほか、土壌微生物の菌叢解析、ガスクロマトグラフ質量分析による植生由来の BVOCs 解析など、生存圏研究所ならではの融合的アプローチで進めている。

本ユニットでは、大気圏と森林圏の物質循環に関与する土壌圏の微生物に着目した。特に根近傍の根圏領域の微生物には、窒素固定や CO₂ 固定に関与するものも知られている。根圏微生物が有する特徴として、植物根から分泌される生理活性物質を解毒・利用する能力があり、根圏や根への定着とも関係する。トマト (*Solanum lycopersicum*) やダイズ (*Glycine max*) を材料に、根から分泌されるトマチンやダイゼインを代謝する微生物を同定し、代謝に関わる遺伝子を見出した。さらに、根から分

泌される BVOCs の解析にも取り組み、圃場で BVOCs を直接採取して解析するとともに、乾燥条件等、植物がストレスを受けた条件での BVOCs 分泌の変化やそれに伴う微生物叢の変化を解析した。これらの研究はオランダ生態学研究所のグループとの共同研究で行い、本ユニットに参画する博士課程の大学院生が共同研究先に 2 カ月間滞在し、研究に取り組んだ。さらに、本研究は日本・オランダ・エクアドルの国際共同研究に発展しており、2024 年 12 月にはエクアドルのサン・フランシスコ大学キト校から Pieter Van't Hof 教授が生存圏研究所に来所され、“Exploring the rhizosphere microbiome of wild tomato species in their center of origin in the Andes and the Galapagos Islands” と題する特別セミナーを開催し、活発な討議を行った。

本ユニットではまた、第 507 回生存圏シンポジウム『土壌・植物・大気を跨ぐ物質の循環と機能に関するワークショップ』（所内担当者：高橋、杉山）を開催した。個別の所属学会ではなかなか出会う機会のない「大気」「森林」「土壌微生物」の研究者が一堂に会し、最新の研究成果を報告するとともに、新しい視点での物質循環研究の展開について幅広い討論が行われた。参加者からは、生存圏研究所らしいユニークな交流の場を持てたことについて好評を得た。

3. 付記

- ・原著論文

Aoki, N., T. Shimasaki, W. Yazaki, T. Sato, M. Nakayasu, A. Ando, S. Kishino, J. Ogawa, S. Masuda, A. Shibata, K. Shirasu, K. Yazaki, and A. Sugiyama, An Isoflavone Catabolism Gene Cluster Underlying Interkingdom Interactions in the Soybean Rhizosphere, ISME Communications, 4, ycae052, 2024.

- ・学会発表

杉山暁史, 植物二次代謝産物を利用する根圏微生物は縁の下の力持ち?, 微生物生態学会大会 2024 年 10 月 30 日.(招待講演)

杉山暁史, 植物根から分泌されるサポニン類による根圏微生物叢の調節, 植物化学調節学会大会 2024 年 11 月 1 日.(招待講演)

高橋けんし, 「森と木の生物学を愉しむ, 生物学が苦手な研究者のはなし」, 第 534 回生存圏シンポジウム, 2024 年京都大学森林科学公開講座, 第 18 回生存圏フォーラム特別講演会「森と木の生物学」, 2024 年 11 月 9 日.

- ・出前授業

高橋けんし, 「大気環境変動と森林の関わり」, 兵庫県阪神シニアカレッジ, 宝塚市, 2024 年 6 月 6 日.

高橋けんし, 「気候変動問題のいまを知り, ミライを考える —持続可能な「新時代」を目指して—」, 認定 NPO 法人大阪府高齢者大学校, 2024 年 10 月 11 日.

高橋けんし, 「大気を観て, 環境を診る」, 令和 6 年度 京都大学生存圏研究所 公開講座 「見えないモノを見てやろう! 未来の社会が見えてくる?」, 2024 年 11 月 15 日.

先端計測技術開発ユニット

上田 義勝

京都大学 生存圏研究所

1. ユニットの理念と活動総括

未来開拓研究センター 先端計測技術開発ユニットでは、計測技術を基礎として様々な研究テーマを設定し、生存圏科学における環境や生態系への課題対応研究をすすめている。2024年度は、大目標としての「環境と生態系の保全を目指した統合型計測システムの開発」の総括の一つとして、Nanobubble2024 国際会議を主催した。また、活動をさらに国際的に発展させるため、海外との共同研究を加速化するとともに、国際標準化に向けた取り組みも進めた。

2. 研究・教育活動

本ユニットでの研究課題については、目的に合わせた先端計測技術の利用、もしくはその開発を行い、分野横断型の研究課題を設定しながら、研究をすすめてきた。2024年度の研究課題としては、ファインバブルに関する課題が主であったが、微生物活性やプラズマとの相互作用、また植物体内への影響などを課題として進めた。福島県における震災復興研究としても第538回生存圏シンポジウムを主催し、84名の参加があった。国際的な活動事例としては、微細気泡については現在 Fine Bubbleとして日本が主導し、国際標準化規格(ISO/TC281)の設定が進められつつあり、標準化委員会の国内委員として参加している他、規格の一つをプロジェクトリーダーとして申請予定である。また、Nanobubble2024 国際会議についても京都大学宇治キャンパスにて主催した（写真参照）。そのほか、今年度も継続して、京都大学国際高等教育院セミナー（ILASセミナー）を超分野大喜利形式で実施し、学生との積極的な議論を行うことができた。同様にオンラインでの RISH セミナーを今年度は海外の研究者を主として招聘して行っている他、京都大学キッズコミュニティ（KuSuKu）が主導する学童保育所への講演も継続して参加している。

3. 今後の展開

未来開拓研究センターとしては、生存圏科学の定義を再度見直し、生存圏研究所に所属する全員にとってわかりやすい生存圏科学を設定する事が非常に重要な課題であると考えている。本ユニットでの研究教育活動の発展形として、新しいユニットを次年度より立ち上げたい。新しいユニットでは、国際標準化についての参加をより積極的に行い、海外研究者との共同研究を積極的に進めていくことを考えている。また、所内の研究課題についても今後より発展の可能性が高い課題を国際

標準化するサポートをしていくことができればと考えている。



写真. 2024 年度主催した Nanobubble2024 国際会議 (総参加人数 155 名 (国内 60 名、海外 95 名) 総参加国数 25 개국)

4. 業績等

学術論文

Y. Maeda, R. Takada, K. Takahashi, K. Takaki, Y. Ueda and T. Sato: "Influence of fine bubbles on generation efficiency of pulsed discharge underwater", Japanese Journal of Applied Physics (2025)

受賞

第 2 回ファインバブル産業会 学術研究奨励賞, (研究テーマ) ウルトラファインバブルを活用した種々の応用研究と作用メカニズム解明のための総合的学際研究とその主導, 令和 6 年(2024 年)

国際会議

1. [Invited] Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Fundamental and Applied Research on the Electrical Properties of Nanobubbles, Nanobubbles for Sustainability: Transforming agriculture and Environmental Management, United States, Jan 24, 2025

3. [Invited] Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research in Basic Studies on the Applications of Fine Bubbles in Japan, Seminar at Academia Sinica, Taiwan, Dec 5, 2024

4. [Invited] Yoshikatsu Ueda, Yomei Tokuda, Akifumi Sugiyama, Properties Correlation between Ultra Fine Bubbles and Water Characteristics, 8th International Symposium on Plasmas & Fine Bubbles (8th ISPFB 2024), China, May 25, 2024

サステナブルな循環社会を目指したバイオマスプロダクトツリー研究

渡辺隆司、西村裕志、斎藤香織、小林直子、黒田慶子、
小林直子、岡野啓之、鈴木昭浩、江川智哉、南陽平、
西浦弘樹、大槻彰良、橋爪知弘

京都大学 生存圏研究所 バイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニット

1. 研究概要

森林から土壌、河川、海洋そして大気、宇宙へと広がる生存圏において、地球環境と調和した産業の構築が切実に求められている。バイオマスプロダクトツリー共同研究ユニットでは、その中心を担う植物バイオマスからプロダクトツリーを創る技術開発を行う。木質バイオマスを温和な条件で溶解し、新素材、機能性製品を創る研究や、精密な分子構造解析に基づく分子変換による機能性化合物の創出などに取り組む。2050年のカーボンニュートラル実現による新産業創出と豊かな森の恵みによる農林水産業の活性化を通じた地域環境、地域経済への貢献を目指した研究開発を進める。幅広い産官学の連携と、オープンイノベーションによって、バイオマスに新しい付加価値を創り、持続的で豊かな社会の創成に貢献する研究を行う。

2. 背景と目的

生存圏未来開拓センターのバイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニットは、京都大学と株式会社ダイセルとの包括連携協定および同社と京大 5 部局の包括的研究連携協定（2021年10月）のもと、共同研究拠点として産学共同研究部門を構成する京都大学宇治キャンパス内の化学研究所、エネルギー理工学研究所と、吉田キャンパス内の人間・環境学研究科および農学研究科と協力して、学際的な研究領域の研究者が集い、産業界、地域社会と連携したハブ拠点形成を目的として設置、研究開発を推進している。化石資源社会への傾倒は、地球温暖化やマイクロプラスチックなどの地球規模での問題のみでなく、林業の衰退や里山の放置を通して、生物多様性の減少、水源涵養機能の低下と土砂災害、地域経済・文化の衰退、檜枯れなど樹木病虫害被害拡大、沿岸漁業や鳥獣被害の拡大、限界集落の増加など様々な社会問題を引き起こしている。木材や未利用バイオマスから付加価値の高い新素材をつくることにより、地域経済を活性化し、こうした問題の解決に貢献することを目的としている。

3. 結果および考察

本ユニットでは、低変性リグニンの分離と機能性素材の創生、木材や草本バイオマスの超穏和溶解による新素材の生産、新規な深共晶溶媒によるバイオマスの構造変換など、バイオマスの総合利用を通して、その付加価値を高め、持続可能社会の構築に資することを目指している。木質バイオマスを丸ごと穏和な条件下で可溶化させる研究では、木材、竹、農産廃棄物を 50℃までの穏和な条件下で可溶化し、木材溶液からアク

リル樹脂に匹敵可する引張強度を持つ透明性のあるフィルムや、紙の風合いを持つフィルムを作成し、その物性を解析した。ギ酸処理では、セルロース、ヘミセルロース、リグニンのホルミル化により、これらの分子間及び分子内水素結合が切断され、植物細胞壁を固めるネットワークが弛緩することを示した。また、これらのフィルムを木材、金属、陶器などに熱圧することにより、表面コート材料を作成できることを見出した。本年度は、樹皮の可溶化物を用いることにより、コート表面の疎水性が増大することも明らかにした。さらに、木材のギ酸溶解物から木質モールドを製造するとともに、木材のギ酸溶解物が木材接着にも利用できることを示した（図1）。これらの木質新素材は、合成高分子や接着剤を一切使用せずに製造している点が特徴である。



図1. 木材のギ酸への超穏和溶解による新素材の創製

4. 今後の展開

オープンイノベーションによる産官学の連携を推進し、森林から里山、都市、産業に至る広範な領域を、木質バイオマスを中心とした資源を有用な化学品や高機能な材料に変換し、地域社会や産業界と連携して、持続可能な社会を目指す取り組みを進める。

5. 付記

論文：T. Hashizume, K. Saito, T. Watanabe, *Cellulose*, in press (2025).

T. Tanaka *et al.*, *RSC Sustainability*, in press (2025).

R. Hinohara *et al.*, *Macromolecular Rapid Communications*, in press (2025).

S. M. R. Khattab, T. Watanabe, *Arch. Microbiol.*, **207**, 3 (2025).

R. Kashimoto *et al.*, *Molecules*, 29, 5490 (2024).

Y. Okabe *et al.*, *Intern. J. Biol. Macromol.*, **275**, Part 2, 133556 (2024).

A. Karimah *et al.*, *Process Biochemistry*, 144, 266-277 (2024).

S. M. R. Khattab *et al.*, *Sustainable Energy & Fuels*, **8**, 4297-4310 (2024).

H. Nishimura, T. Watanabe, *Rapid Commun. Mass Spectrum.*, 38, e9716 (2024).

招待講演：渡辺隆司、第63回機能紙研究発表・講演会、2024年11月21日、他7件、

総説：3、著書：2、学会発表：17件

ミッション推進委員会活動報告

大村和香子

京都大学 生存圏研究所

1. 委員会組織

委員長：大村和香子（京都大学 生存圏研究所）

委員：西村耕司（京都大学 生存圏研究所）

栗田 怜（京都大学 生存圏研究所）

渡辺崇人（京都大学 生存圏研究所）

巽 奏（京都大学 生存圏研究所）

2. 委員会概要

生存圏研究所では、「環境診断・循環機能制御」、「太陽エネルギー変換・高度利用」、「宇宙生存環境」、「循環材料・環境共生システム」、「高品位生存圏」の5つのミッションを設定し、研究成果の実装を含めた社会貢献をめざしている。平成28年度に新設したミッション5「高品位生存圏」は、社会とのつながりや国際化、物質・エネルギーの循環を、これまでよりも重視している。各ミッションの活動報告は本報告書の熱ページを参照いただきたい。ミッション推進委員会はこれら5つのミッションの円滑な推進と情報発信を行うことを目的として活動している。研究所のミッションは2004年の研究所発足より活動しており、3期18年にわたり、発展しながら継続してきた。2022年度より大学中期計画第4期に入るに際し、ミッション研究の内容解析とコミュニティーの充実を行い、生存圏科学の可視化、情報発信を行っていく計画である(図1)。

3. 2024年度の活動状況

ミッション推進委員会では上記のミッション研究の他、生存圏フラッグシップ共同研究、アジアリサーチノード共同ラボ(ARN)、オープンセミナーを所轄する。これまでそれぞれに予算措置を行い、研究やセミナーを実施してきた。2024年度はミッション推進経費として総額280万が配賦されたため、ミッション1~4に各50万円、ミッション5に80万円の予算措置を行った。第3期中期計画最終年度の2021年度に比べ約9割減という厳しいものであり、昨年度に引き続き、残念ながらフラッグシップ共同研究やARNへの予算措置もできなかった。

オープンセミナーは生存圏科学や圏間融合研究に重要な分野横断型セミナーであり、誰でも気軽に参加できるセミナーである。コロナ以後はオンラインで実施しており、

2024 年度もほぼ例年なみの 15 回開催し、延べ参加人数 737 名(1 回平均 49 名)で盛況に開催された。オープンセミナーのうち、講演者の許可が取れたものは YouTube で公開し、生存圏研究所の広報、生存圏科学の発展に寄与している。現在 YouTube Channel「京都大学生存圏研究所」でオープンセミナーの動画が 11 本公開されている。[1]。

今後は小予算ながらも効率的にミッションを推進すべく、各ミッションの内容・規模の再検討などが必要と考える。

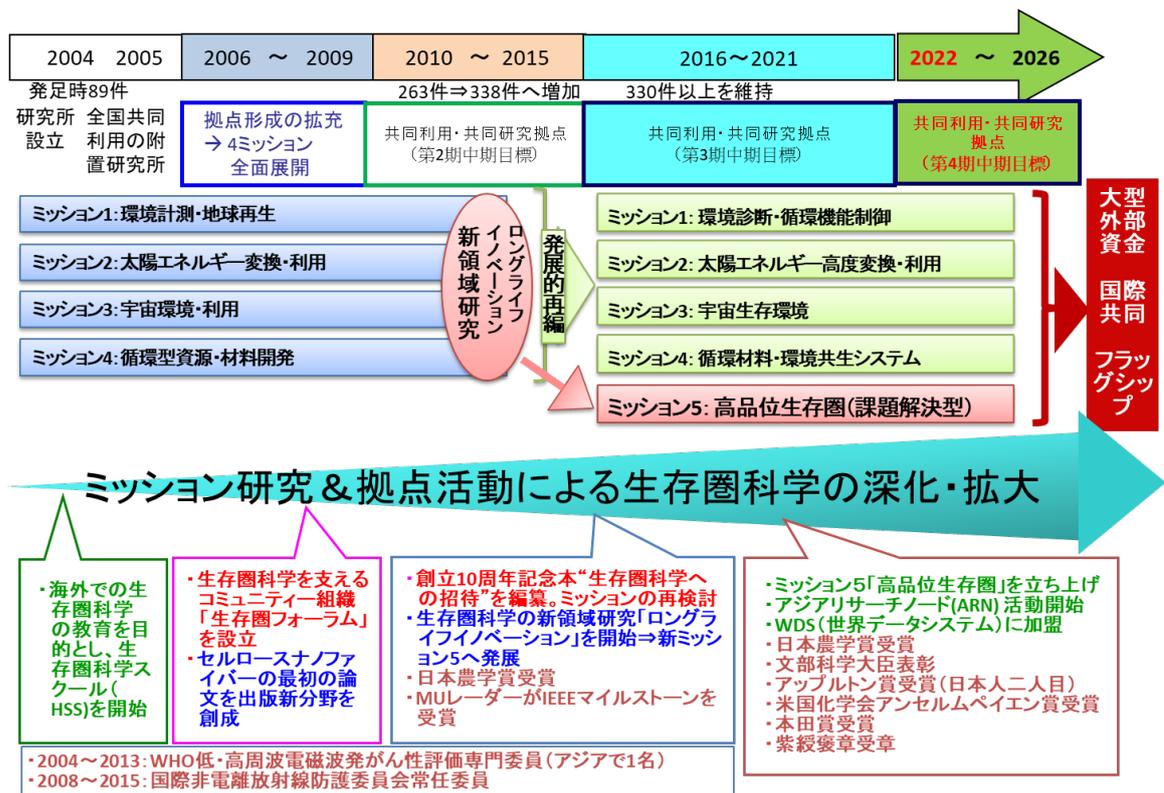


図1 生存圏科学の共同利用・共同研究拠点におけるミッション研究

4. 引用文献

[1] YouTube Channel 京都大学 生存圏研究所

<https://www.youtube.com/channel/UCf-QGKEwFvFwWiVZcmQxLjA>

ミッション1：「環境診断・循環機能制御」

橋口浩之、飛松裕基、杉山暁史
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者：橋口浩之、飛松裕基、杉山暁史

共同研究者：高橋けんし、Hubert Luce、伊藤雅之、馬場啓一、上田義勝、矢吹正教 他

2. 研究概要

近年、化石資源ベースの経済活動を持続可能なバイオマス資源をベースとしたものに変えていこうとする「バイオエコノミー」という概念が世界的に広く用いられている。これは、バイオマスやバイオテクノロジーを使うかどうかは問題でなく、経済活動に地球規模の持続性や再生可能性の考えが盛り込まれているかどうかを要点である。2015年9月には、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, SDGs）が国連サミットで採択され、17の目標が設定された。さらに同年12月には欧州委員会が、生産と消費の在り方を根本的に変える経済モデルであるサーキュラーエコノミーパッケージを採択した。同じく2015年12月の第21回気候変動枠組み条約締約国会議（COP21）で気候変動抑制に関する多国間の国際的協定（パリ協定）が採択され、地球温暖化対策と経済成長の両立が一層強く求められるようになってきている。これらを考慮し持続的生存基盤の構築を図ることが、まさしく生存圏科学の最大のミッションと言える。

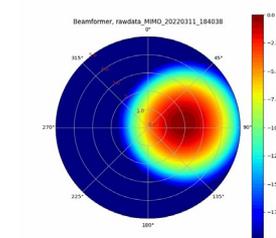
ミッション1では、生存基盤科学の構築という大目標の達成に向け、バイオマス資源の持続的生産、大気環境計測及び再生可能性／多様性の項目にマッピングされる萌芽的・基盤的研究を推進している。特に、地球温暖化や極端気象現象の増加といった環境変動の将来予測に資するため、大型大気観測レーダー等を用いた精密測定により、現状の大気環境を診断する。また、生物圏から大気圏にわたる物質輸送・交換プロセスのメカニズムを解明し、資源・物質循環に関わる植物・微生物群の機能の解析と制御を通じて、化石資源によらない植物バイオマス資源・有用物質の継続的な生産利用システムの構築を目指す。さらに扱う領域を土壌圏まで広げ、物質循環の観点から生存圏全体を俯瞰する活動を進めている。

3. 研究成果

3.1 大気観測用 MIMO レーダーの開発

代表：橋口浩之

MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)レーダーは直交性のある複数の信号を異なるアンテナから同時に送信し、複数のアンテナで受信する。アダプテ



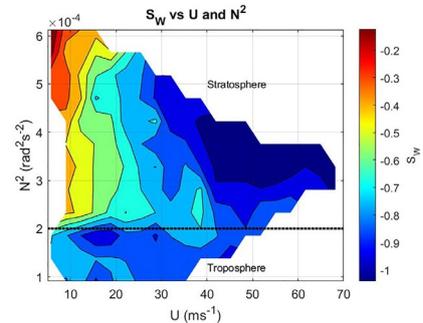
MU レーダー MIMO による月面反射エコーの角度分布。

イブ合成により空間分解能を向上可能である。図はMU レーダーにより月面反射エコーを用いた実験の一例で、MIMO 技術を用いたビームフォーミングにより分解能向上を確認した。対流圏観測への適用可能性についても研究を進めている。

3.2 MU レーダーによる鉛直周波数スペクトル特性

代表：Hubert Luce

MU レーダーによって36年間(1987~2022年)に渡って観測された高度2~20kmの鉛直の周波数スペクトルを統計解析した。大気重力波の周期範囲にある帯域(0.5~6時間)の平均スペクトル傾斜SWを調べたところ、成層圏のSWは大きく変動し水平風と相関があったのに対し、対流圏では水平風の大きな変動にも関わらず、SWはほぼ一定であった。



MU レーダーで観測された鉛直のスペクトル傾斜の水平風・プラントバイサラ振動数依存性

3.3 大気微量成分を介した生物圏—大気圏相互作用

代表：伊藤雅之、高橋けんし

日本には農業用ため池が約15万個も存在する。排水や肥料の流入による富栄養化が進みやすく、有機物の分解により温室効果ガスが排出されている可能性がある。瀬戸内地域のため池を対象に高精度なレーザー分光計などを用いて、池からのメタン放出やその環境要因との関係を調査した。その結果、富栄養なため池は時期によって水田に匹敵するメタンの放出源となることが明らかになってきた。

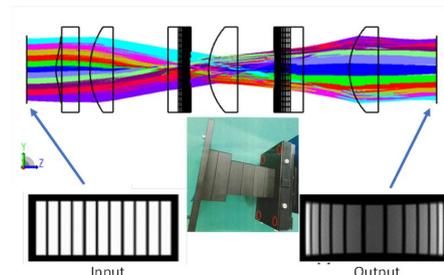


オープンパス型メタン濃度計・二酸化炭素濃度計などを用いた兵庫県加古川市のため池における連続観測の様子

3.4 気象ライダーの開発

代表：矢吹正教

深紫外光源を用いた気温・水蒸気量を同時に計測するラマンライダーの社会実装に向けた取組を推進した。装置関係では、主に気温計測用ライダー光学系の最適化に関わる新しい手法の開拓を行った。また、内閣府の「研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム(BRIDGE)」の対象施策「革新的な統合気象データを用いた洪水予測の高精度化」(国土交通省九州地方整備局委託, 研究代表者九州大学杉原裕



回転ラマンライダーの気温推定精度を向上させるためのリレー光学系

司教授)に、共同研究を行う英弘精機と参画し、九州地域への水蒸気・気温ラマンライダー装置の展開を進めた。

3.5 大気圏-森林圏-土壌圏の物質循環に関わる根圏微生物

代表：杉山暁史

マメ科植物であるダイズは根粒菌と共生し大気中の窒素を固定して成長に利用する。根圏微生物は大気-植物の物質循環に寄与する。本研究では、ダイズ根から分泌され、根粒菌との共生や根圏微生物叢形成に関与するイソフラボンの根圏での機能解明を目指した。イソフラボンはコマモナス科の微生物を根圏で増加させ、根圏微生物叢を形成する。今年度は、ダイズ根圏より単離したコマモナス科細菌のゲノム解析、トランスクリプトーム解析を行い、イソフラボンが根圏細菌により代謝される経路を明らかにした。ダイズ根圏に生息するコマモナス科バリオボラックス属の細菌はイソフラボンの代謝(異化)に関わる遺伝子クラスターを有することで、抗菌活性のあるイソフラボンの解毒をするとともに、炭素源としても利用することで、ダイズ根圏に有利に生息することが示唆された。

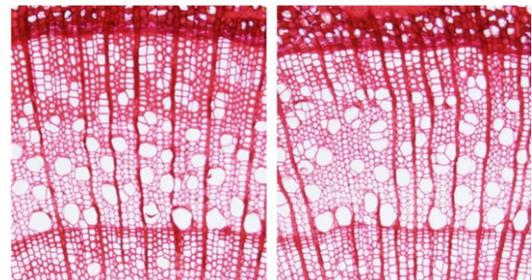


圃場でのトマト栽培

3.6 地球外森林構築に向けた樹木の環境応答研究

代表：馬場啓一

人類の長期宇宙滞在に資する地球外森林構築を視野に、さまざまな環境で生育させた樹木の基礎的知見を集積するために人工環境下で樹木を栽培し、成長や材の特徴、生理応答などを研究している。今年度は、1年輪を5ヶ月で形成させる人工環境系を用いて、温度や日長を制御した時の木部組織構造と発現する遺伝子群について調べた。いずれの条件でも処理開始以降の日数に従って遺伝子発現の傾向に変化が見られ、28日後には条件間で異なる発現パターンを示す遺伝子の存在が示唆された。



温度または日長を固定して形成させた木部

3.7 福島県における環境放射能解析および環境回復のための連携研究

代表：上田義勝

東日本大震災による福島第一原発事故を受け、環境放射能に関する研究が重要課題となっている。我々は2011年以降、14回にわたり研究者間の連携を目的としたシンポジウムを開催し、防災・減災に向けた議論を重ねてきた。2024年のシンポジウムでは、KURAMA-IIを用いたリアルタイム放射能測定の内内外での活用事例や、国際的な共同

研究の成果が発表された。また、山間部における GPS 信号喪失問題を解決するため、ソニーの SPRESENSE マルチ IMU アドオンボードを導入し、精密な位置測定技術の開発を進めている。この技術は傾斜地におけるホットスポット検出など、新たな応用可能性を広げ、KURAMA-II のさらなる発展に貢献することが期待される。



4. 今後の展開

ミッション 1 が包含する研究領域は広く、個々の研究課題の内容は多岐にわたっている。今後も、新たな課題の解決に向けた新規萌芽研究課題の発掘を進めるとともに、本ミッションの研究で成果が蓄積してきた課題は、次のステージに進めるように展開する。

5. 付記

・原著論文

Aoki, N., T. Shimasaki, W. Yazaki, T. Sato, M. Nakayasu, A. Ando, S. Kishino, J. Ogawa, S. Masuda, A. Shibata, K. Shirasu, K. Yazaki, and A. Sugiyama, An Isoflavone Catabolism Gene Cluster Underlying Interkingdom Interactions in the Soybean Rhizosphere, *ISME Communications*, 4, ycae052, 2024.

Hirano, T., S. Ohkubo, M. Itoh, H. Tsuzuki, A. Sakabe, K. Kitso, H. Takahashi, and M. Osaki, Large variation in carbon dioxide emissions from tropical peat swamp forests due to disturbances, *Communications Earth & Environment* 5, 221, doi:10.1038/s43247-024-01387-7, 2024.

Luce, H., N. Nishi, and H. Hashiguchi, A Climatological Study of the Frequency Spectra of Vertical Winds From MU Radar Data (1987-2022), *J. Geophys. Res.: Atmosphere*, 129, e2024JD041677, doi:10.1029/2024JD041677, 2024.

Matsuda, T., K. Nishimura, and H. Hashiguchi, DDMA-MIMO/Capon observations using the MU radar: Beamwidth verification using the moon's reflection, *IEICE Trans. Commun.*, E107.B, 754-764, doi:10.23919/transcom.2023EBP3182, 2024.

Matsuda, T., K. Nishimura, and H. Hashiguchi, Integrating DDMA and CDMA MIMO Radar Functionalities into SIMO Systems: A Case Study with the MU Radar, *IEICE Transactions*, E108-B, accepted, 2025.

Naito, K., S. Watanabe, M. Komukai, T. Kazama, M. Itoh, and M. Kawasaki, Degradation of cyanobacteria and microalgae using ultraviolet radiation at 222 nm and its application in the bleaching of lampenflora on cave rock surfaces. *International Journal of Speleology*, in press, 2024.

Osaka, K., R. Nagata, M. Inoue, M. Itoh, S. Hosoi-Tanabe, and H. Iwata, A simple, safe method for preserving dissolved methane in freshwater samples using benzalkonium chloride, *Limnology and Oceanography: Methods*, 22, 536-547, doi:10.1002/lom3.10632, 2024.

Yusnaini, H., Marzuki, R. Ramadhan, R. Ilham, M. Vonnisa, and H. Hashiguchi, Land-Sea Contrast of Vertical Structure of Precipitation over Sumatra Revealed by GPM DPR Observations, *Atmospheric Research*, 309, doi:10.1016/j.atmosres.2024.107555, 2024.

・学会発表

松田知也・西村耕司・橋口浩之, DDMA-MIMO 方式を用いた MU レーダーによる対流圏観測, 日本気象学会 2024 年度春季大会, オンライン・東京, 2024 年 5 月 21-25 日.

Haruka Uchimoto, Hubert Luce, Hiroyuki Hashiguchi, Mamoru Yamamoto, Noriyuki Nishi, Manabu D. Yamanaka, and Toshitaka Tsuda, Seasonal variability and annual trends of wind and turbulence parameters from MU radar data in the tropo-stratosphere (1987-2022), 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 幕張・オンライン, 2024 年 5 月 26-31 日.

M. Yabuki, K. Matsuki, Y. Uchiho, E. Takeuchi, and T. Hasegawa, Optimization of an Optical Design for a Rotational Raman Lidar for Profiling the Accurate Atmospheric Temperature, 31st International Laser Radar Conference (ILRC-31), Landshut, Germany, June 22–26, 2024.

Hubert Luce, Haruka Uchimoto, Noriyuki Nishi, and Hiroyuki Hashiguchi, A re-examination of the mean vertical wind velocity measured by MU radar in the 2-20 km range over 35 years (1987-2022), The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.

Hubert Luce, Noriyuki Nishi, Hiroyuki Hashiguchi, A climatological study of the frequency spectra of vertical winds from MU radar data (1987-2022), The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.

永田鈴奈, 尾坂兼一, 伊藤雅之, 岩田智也, 丸尾雅啓, 塩化ベンザルコニウムを用いた溶存メタン濃度保存の検討, 日本陸水学会第 88 回大会, 熊本, 2024 年 10 月 18-20 日

杉山暁史, 植物二次代謝産物を利用する根圏微生物は縁の下の力持ち?, 微生物生態学会大会 2024 年 10 月 30 日.(招待講演)

杉山暁史, 植物根から分泌されるサポニン類による根圏微生物叢の調節, 植物化学調節学会大会 2024 年 11 月 1 日.(招待講演)

高橋けんし, 「森と木の生物学を愉しむ, 生物学が苦手な研究者のはなし」, 第 534 回生存圏シンポジウム, 2024 年京都大学森林科学公開講座, 第 18 回生存圏フォーラム特別講演会「森と木の生物学」, 2024 年 11 月 9 日.

H. Luce, H. Hashiguchi, T. Tsuda, and N. Nishi, Characteristics of 3D wind frequency spectra in the troposphere and lower stratosphere from MU radar data (1987-2022), 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば・オンライン, 2024 年 11 月 12-15 日.

矢吹正教, 松木一人, 内保裕一, 竹内栄治, 田畑譲, 竹内孝志, 武藤隆一, 手柴充博, 長谷川壽一, 洪水予測の高精度化に寄与するライダーによる水蒸気・気温・風向・風速の同時計測, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, つくば, 2024 年 11 月 12-15 日.

Tomoya Matsuda, Koji Nishimura, and Hiroyuki Hashiguchi, DDMA-MIMO observation with the MU radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online

and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024

Hiroyuki Hashiguchi, Yuna Ishii, Koji Nishimura, and Mamoru Yamamoto, Development of MIMO radar using 1.3-GHz atmospheric radar, International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024,

Hubert Luce, Toshitaka Tsuda, Hiroyuki Hashiguchi, and Noriyuki Nishi, Revisiting seasonal variations of atmospheric parameters in the lower atmosphere (2-20 km) from MU radar data (1987-2022), International Symposium on the 40th Anniversary of the MU Radar, Online and Uji Hybrid meeting, November 18-21, 2024.

杉山暁史, イソフラボンの分子種多様性から見たダイズと根圏微生物叢の相互作用, 植物化学シンポジウム 2024 年 11 月 22 日.(招待講演)

Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, and Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research in Basic Studies on the Applications of Fine Bubbles in Japan, Seminar at Academia Sinica, December 5, 2024. (招待講演)

清水翔, 岩田拓記, 浦井暖史, 朴虎東, 宮原裕一, 尾坂兼一, 伊藤雅之, 溶存酸素が浅い富栄養湖の湖底有機物分解に与える影響, 農業気象学会関東甲信越支部大会, 山梨, 2024 年 12 月 7-8 日

山本彦, 宮下直也, 坂部綾香, 小杉緑子, 尾坂兼一, 伊藤雅之, 安定同位体比を用いた富栄養な農業用ため池の炭素・窒素動態.第 14 回同位体環境学シンポジウム, 京都, 2024 年 12 月 20 日

馬場啓一, 栗田悠子, 永野 惇, ギンドロ周年短縮系を用いた日長および温度の変化に対する木部構造と遺伝子発現の変動, 第 75 回日本木材学会大会, 仙台, 2025 年 3 月 19-21 日.

・ 出前授業

高橋けんし, 「大気環境変動と森林の関わり」, 兵庫県阪神シニアカレッジ, 宝塚市, 2024 年 6 月 6 日.

高橋けんし, 「気候変動問題のいまを知り, ミライを考える —持続可能な「新時代」を目指して—」, 認定 NPO 法人大阪府高齢者大学校, 2024 年 10 月 11 日.

高橋けんし, 「大気を観て, 環境を診る」, 令和 6 年度 京都大学生存圏研究所 公開講座 「見えないモノを見てやろう! 未来の社会が見えてくる?」, 2024 年 11 月 15 日.

杉山暁史, 子どもの好奇心をくすぐる体験授業, 「農作物の安全性を守るための取り組み」京都府福知山高校附属中学校, 2024 年 12 月 9 日.

上田義勝, 子どもの好奇心をくすぐる体験授業「出前・受入授業」, バブルの不思議, 京都府立乙訓高校 (高校 2 年生 31 人), 京都府, 2024 年 12 月 9 日.

・ 自ら企画した研究集会

第 538 回生存圏シンポジウム 第 4 回 福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会, 2024 年 12 月 19-20 日

ミッション2：「太陽エネルギー変換・高度利用」

三谷友彦

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：今井友也（京都大学 生存圏研究所）

岸本崇生（京都大学 生存圏研究所）

篠原真毅（京都大学 生存圏研究所）

飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）

渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）

西村裕志（京都大学 生存圏研究所）

2. ミッション概要

本ミッションは、図1に示すように太陽エネルギーを変換して高度利用するために、マイクロ波応用工学やバイオテクノロジー、化学反応などを活用して、太陽エネルギーを直接に電気・電波エネルギーや熱などに変換する研究を進め、さらに、光合成による炭素固定化物であるバイオマスを紹介して、高機能な物質・材料に変換して有効利用する研究にも取り組む。期間内においては、特に高機能物質への変換を重点化し、要素技術のみでなく全体システムへの展開を目指す。



図1：ミッション2概要図

3. 今年度の取り組み

昨年度から継続して、「太陽エネルギー変換・高度利用」に資する、基礎的あるいは萌芽段階の研究課題の育成に主眼を置き、ミッション2活動の推進を図った。

主要テーマ① マイクロ波を利用した化学プロセスに関連する融合研究

- ・ 化学反应用マイクロ波加熱容器の研究開発

主要テーマ② : バイオマス生物変換に関連する研究

- ・ PET リサイクル技術革新
- ・ リグニン構造単純化によるイネ科バイオマスの高付加価値化
- ・ バイオマスの資源化を志向したアシル化リグニンの化学構造解析
- ・ 環境汚染物質分解細菌の芳香族エステルゼ系酵素の機能解析

4. 今年度の研究成果

1) 化学反应用マイクロ波加熱容器の研究開発

三谷友彦、勝田慎平、高原麦、篠原真毅（京大生存研）

昨年度に引き続き、電磁界結合と呼ばれる物理現象を利用した、マイクロ波加熱装置の設計開発を行った。今年度は、2周波数帯で活用できる電磁界結合型マイクロ波加熱の研究を実施した。915 MHz 帯／2.45 GHz 帯共用装置および 2.45 GHz 帯／5.8 GHz 帯共用装置を電磁界シミュレーションに設計し、試作実験により評価した。評価の結果、どちらの装置も蒸留水が室温から 80℃まで効率よく加熱できることを確認した。また、加熱領域の拡張を目指した 0 次モード共振器を利用した導波管内でのマイクロ波加熱装置を試作し、加熱範囲が一次元方向に伸長されることを実証し、本研究成果は原著論文として発表した。

成果発表：論文発表 1 件

B. Takahara, T. Mitani, N. Shinohara, Uniform Microwave Heating via Electromagnetic Coupling Using Zeroth-Order Resonators, IEICE Trans. Electronics., vol. E107-C, no.10, pp.340-348, 2024.

学会発表 3 件（国際会議 1 件、国内 2 件）

2) PET リサイクル技術革新

田所大輔、今井友也（京大生存研）

ポリプロピレンやポリエチレンテレフタレート（PET）などの合成高分子の難分解性は、マイクロプラスチックや海洋プラスチック問題の本質的な原因となっている。こ

れら汎用高分子の分解性は、持続可能な高分子利用にとって大変重要な観点だが、近年、PET を加水分解する酵素 (PETase) が発見され、その PET 廃棄物処理への応用研究が盛り上がってきている。しかしその実用化のためには、分解効率のさらなる向上が求められている。

本研究では、PET 廃棄物処理法として PETase を利用するシステムの実用化を目指して、PET と同様の固体高分子であるセルロースの生分解システムを参考にして研究を進める。生存圏研究所マテリアルバイオロジー分野研究室では、セルラーゼやキチナーゼによりセルロースやキチンの高分子固体構造が崩壊する過程について研究を進めてきた実績があり [1-5]、セルラーゼと PETase の比較により、本質的な研究を進める。

二年度目となる今年度は、Fast-PETase [6]) による処理で PET の固体構造がどのように崩壊するのか、各種構造解析手法に基づき分析を行った。またセルロースの生分解では、特性の異なる複数の酵素が協調してセルロースの固体構造を壊すことが知られているため、Fast-PETase に加えて複数の PETase 酵素の発現系を構築した。次年度以降でこれらの PETase について、同様に PET 構造崩壊過程を分析する予定である。

成果発表： 国際学会発表 1 件、国内学会発表 1 件 (the International Union for Pure and Applied Biophysics 2024、繊維学会年次大会)

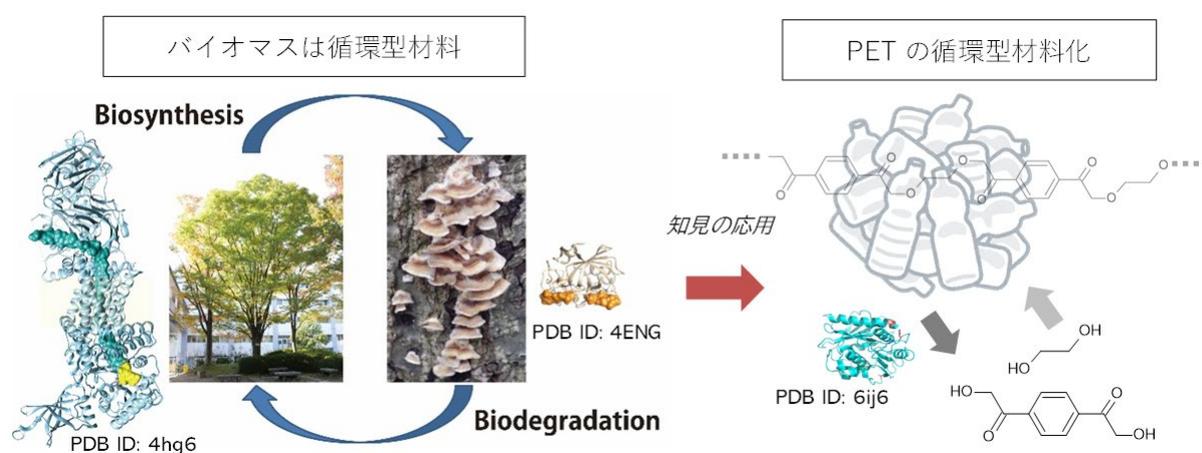


図 3 生物にまなぶ PET の循環型材料化

[1] T. Imai, C. Boisset, M. Samejima, K. Igarashi, J. Sugiyama, Unidirectional processive action of cellobiohydrolase Cel7A on Valonia cellulose microcrystals, FEBS Lett. 432(3) (1998) 113–116. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(98\)00845-X](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(98)00845-X)

[2] T. Imai, T. Watanabe, T. Yui, J. Sugiyama, Directional degradation of β -chitin by chitinase A1 revealed by a novel reducing end labelling technique, FEBS Lett. 510(3) (2002) 201-205. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(01\)03249-5](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(01)03249-5)

[3] Y. Horikawa, N. Konakahara, T. Imai, A. Kentaro, Y. Kobayashi, J. Sugiyama, The structural

changes in crystalline cellulose and effects on enzymatic digestibility, *Polymer Degradation and Stability* 98(11) (2013) 2351–2356. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.08.004>

[4] Y. Horikawa, T. Imai, J. Sugiyama, Visualization of cellulase interactions with cellulose microfibril by transmission electron microscopy, *Cellulose* 24(1) (2017) 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10570-016-1105-9>

[5] P.A. Penttilä, T. Imai, J. Hemming, S. Willför, J. Sugiyama, Enzymatic hydrolysis of biomimetic bacterial cellulose–hemicellulose composites, *Carbohydrate Polymers* 190 (2018) 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.051>

[6] H. Lu, D.J. Diaz, N.J. Czarnecki, C. Zhu, W. Kim, R. Shroff, D.J. Acosta, B.R. Alexander, H.O. Cole, Y. Zhang, N.A. Lynd, A.D. Ellington, H.S. Alper, Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization, *Nature* 604(7907) (2022) 662–667. [10.1038/s41586-022-04599-z](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04599-z)

3) リグニン構造単純化によるイネ科バイオマスの高付加価値化

Pingping Ji、山本千莉、梅澤俊明、飛松裕基（京大生存研）

大型イネ科植物は、その高いバイオマス生産性から各種バイオ化成品製造のためのリグノセルロース供給源として期待されている。しかし、イネ科植物のリグニンは、他の植物種と比較して、より多様な芳香核構造を持ち、このことがリグノセルロース利用の重要なボトルネックとなっている。当研究室では、リグニン生合成経路の代謝制御により、リグニンの芳香核組成を単純化した種々の形質転換イネ株の作出に成功している。本研究ではこれらのリグニン改変イネバイオマスの各種利用特性を解析し、リグニン構造単純化の効果を実証する。本年度は、リグニン中の G 型芳香核及び S 型芳香核含有率を高めた形質転換イネ株（図 3）のバイオマスについて、各種化学前処理を組み合わせた酵素糖化試験及びリグニン酸化分解試験を行い、各イネ株から、野生型と比較して高収率で目的とする分解産物が得られることを示した。得られた成果については、学会発表を行うとともに投稿論文の準備を進めている。

成果発表： 国際学会発表 3 件、国内学会発表 1 件（2024 Lignin Gordon Research Conference, 2024 Lignin Gordon Research Seminar, 2nd International Lignin Symposium, 第 75 回日本木材学会大会）

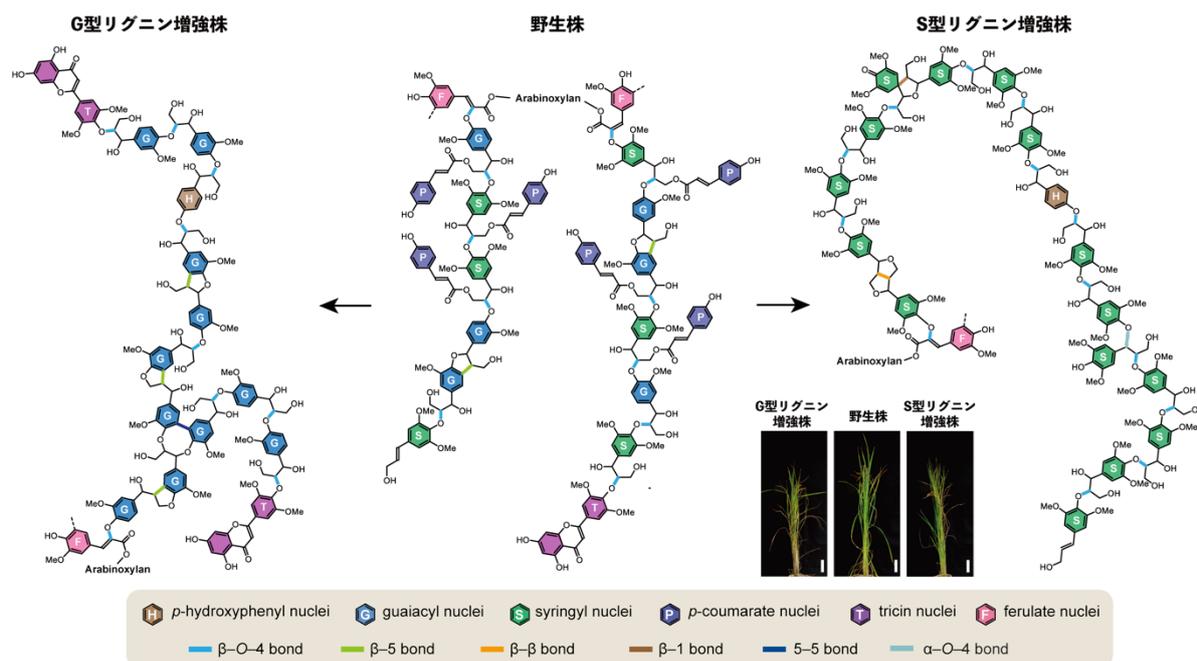


図 3 : G 型及び S 型芳香核含有率を高めた形質転換イネのリグニン

4) バイオマスの資源化を志向したアシル化リグニンの化学構造解析

塩田 和樹 1、占部 大介 1、岸本 崇生 2

(1: 富山県立大学工学部、2: 京都大学生存圏研究所)

ケナフなどの非木材繊維やトウモロコシなどのイネ科植物のリグニンは、 γ 位の多くがアセチル基や p -クマロイル基などでアシル化（エステル化）されていることが知られている¹⁾。特にケナフの靱皮リグニンは、 γ 位の大部分がアセチル化されており、シリングル/グアイアシル比（S/G比）や β -O-4 構造の割合が非常に高いという特徴がある²⁾。本研究では、これらのアシル化リグニンの特徴を生かしたリグニンの資源化や有用物質への変換につなげるため、モノリグノールの重合とリグニンの化学構造に及ぼすアシル基の影響の解明を目的とする。

西洋わさびペルオキシダーゼ（HRP）を用いて、アシル化モノリグノール（シナピルアセテートやコニフェリルアセテートなど）の脱水素重合を行い、HSQC NMR や化学分解法により、反応初期段階の脱水素重合体(人工リグニン:DHP)を解析し、配列（シーケンス）の解明を含め、形成されやすい部分構造の解明などに取り組んでいる。さらに、ケナフを栽培し、収穫時期の違いや、幹の先端部や根元部など部位の違いによるリグニンの構造の違いの解析を通じて、 β -O-4 構造などの化学構造とアシル基との相関の解明に向けて研究を続けている。

成果発表： 学会発表 1 件（国際会議 1 件）

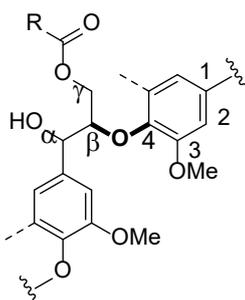


図4 アシル化されたβ-O-4構造

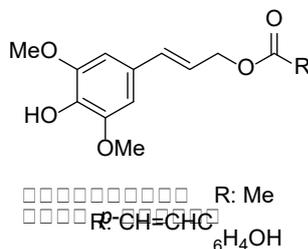


図5 アシル化モノリグノール

1. Rio, C, J. et al. Highly acylated (acetylated and/or *p*-coumaroylated) native lignins from diverse herbaceous plants *J. Agric. Food Chem.*, **56**, 9525-9534 (2008).
2. Ralph, J. An unusual lignin from kenaf. *J. Agric. Food Chem.* **59**(4), 341-3342 (1996).

5) 環境汚染物質分解細菌の芳香族エステラーゼ系酵素の機能解析

渡邊崇人（京大生存研）

ポリエステル系プラスチックは、エステル結合を介してモノマーが重合することでポリマーを形成する。このポリマー中のエステル結合を切断する酵素（エステラーゼ系酵素）があれば、ポリエステル系プラスチックの分解に関与できる可能性がある。そこで、本研究では、申請者が保有する土壌細菌（環境汚染物質分解細菌 12 株，宇治キャンパスでスクリーニングしたテレフタル酸資化性細菌 7 株）にエステラーゼ系酵素を有する株が存在するかを調査した。その結果，*Pseudomonas* 属細菌ではポリブチレンアジペートテレフタレート (PBAT)，*Rhodococcus* 属細菌ではポリエチレンテレフタレート (PET) の分解に関与すると推定される酵素遺伝子を有していることが明らかになった。これらの酵素遺伝子の一部を対象に，クローニングおよび *Rhodococcus* 属細菌を用いた異種発現系での発現を試み，さらに，精製した発現酵素の活性測定を行った結果，芳香族エステラーゼとしての活性が確認された。今後は，基質特異性や酵素反応速度論的解析を行うとともに，裁断した廃プラスチックの分解能についても検討する予定である。

成果発表：学会発表（国内）2件

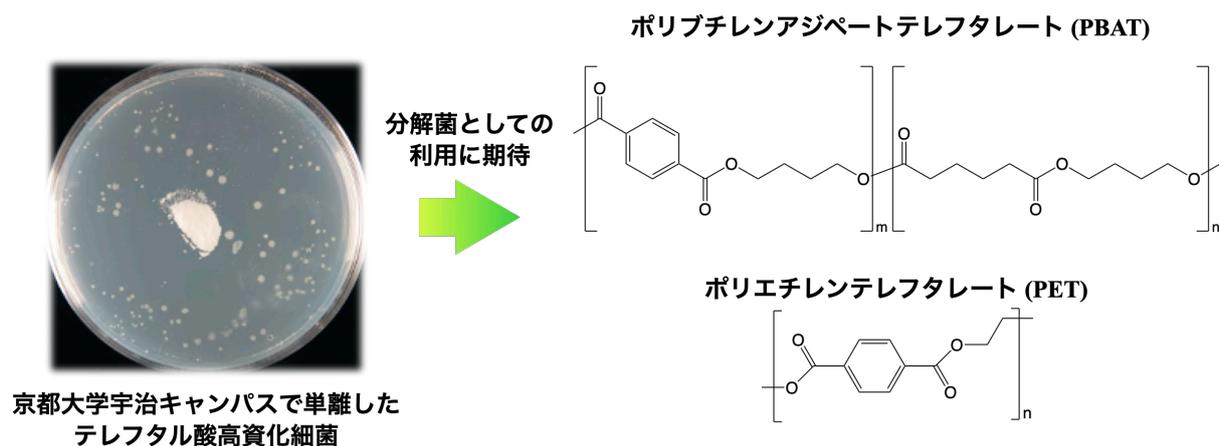


図 6：土壤環境に広く存在する菌にもプラスチック分解に利用できる酵素を有する可能性がある。

5. まとめと今後の展開

ミッション 2 では基礎研究から応用研究までを幅広く実施し、ミッション 2 が着目する研究領域を多面的に捉えてミッション研究を推進した。太陽エネルギーの高度利用は、生存圏科学を醸成する上でも重要なミッションであるとともに、持続可能な開発目標(SDGs)においてもエネルギー、インフラ・産業・イノベーション、陸上資源等に貢献する。

ミッション3：「宇宙生存環境」

小嶋浩嗣

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者：小嶋浩嗣（京都大学 生存圏研究所）

参加研究者：海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）

畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）

栗田 怜（京都大学 生存圏研究所）

HSIEH, Yikai（京都大学 生存圏研究所）

馬場啓一（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究概要

ミッション3「宇宙生存環境」は、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなどを持ちいて、宇宙圏・大気圏の理解のための研究を深化・融合させ、生活圏や森林圏との接続性の解明に取り組みます。さらに、太陽フレアを原因とする放射線帯や磁気嵐の変動などの理解を深めて、地球周辺の宇宙空間および月面上での人間活動に対する安全性を評価し対応策を提案できるようにします。気象・測位・通信衛星などの宇宙インフラの維持・発展にも貢献することで、宇宙環境の持続的な利用という社会的要請に応えます。本ミッションでは、宇宙圏環境の理解と利用だけでなく、生存環境としての維持・改善、ひいては大気圏、森林圏、生活圏との接続性も重点化します。

3. 研究の背景と目的

宇宙生存環境に関わる以下の項目の研究を遂行します。

- 宇宙環境下におけるダストの研究（栗田、小嶋）
- 磁気圏対流の形成と電離圏への投影（海老原）
- 原子酸素照射下における炭素化木質リグニンの電子顕微鏡学的解析（畑・小嶋）
- 斜め伝搬ホイッスラーモード波動による高エネルギー電子降下の効率についての研究(HSIEH, Yikai)
- 宇宙林業での材質予測（馬場）

4. 研究の結果および考察

宇宙環境下におけるダストの研究

宇宙空間には 1mm 以下の粒径をもつダストが広く分布しており、今後、人類の活動が広がっていく月周辺にも存在している。月のダストの存在はアポロ計画の頃から知られており、ダストによると思われる散乱光の観測や、ダスト粒子の検出器による直接観測により、月面のみならず、月上空に浮遊するダストの存在が示唆されている。ダストの存在は人類活動に影響を与えるため、その分布などの特徴を明らかにすることは重要な課題である。人工衛星にダストが衝突すると、電波観測に特徴的なノイズが混入する。現在提案されているノイズ生成モデルによれば、ダスト衝突に由来するノイズ信号は、生成されるプラズマの量に比例すると想像され、ダストの大きさや質量の情報を持っている可能性がある。本研究では、月の高度 100km 以上を周回し、電波観測を実施している ARTEMIS 衛星のデータを用いて、高高度における月由来のダストを調査している。現在、ダスト衝突によると思われるノイズ信号を数十例発見しており、月に由来するダストかどうか、また、衝突したダストの質量の情報を得るためのさらなる解析を進めている(図 1、図 2)。

磁気圏対流の形成と電離圏への投影

内部磁気圏には様々なエネルギーを持つ荷電粒子が捕捉されている。なかでも、リングカレントや放射線帯は送電網や人工衛星への影響が懸念されており、それらを構成する荷電粒子の動態を正しく知ることは重要である。数百 keV 以下の荷電粒子の主な輸送モードは磁気圏対流電場である。磁気圏対流の存在は人工衛星による観測によって確認され、磁気圏対流と電離圏対流は磁力線に沿って互いに写像の関係にあるとされている。これまで暗黙の了解とされていた「磁力線を介した写像の関係」の妥当性について、グローバル電磁流体 (MHD) シミュレーションを用いて検証した。電場はアルベン波で伝わると考えられることから、磁気赤道面から電離圏へ

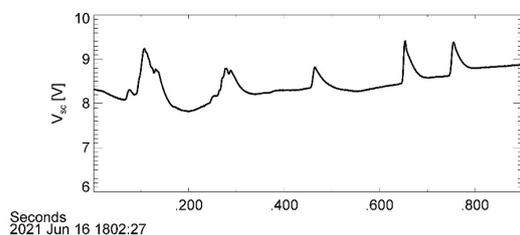


図 1: ARTEMIS 衛星で観測されたダスト衝突による衛星電位変動波形(電位増加)。

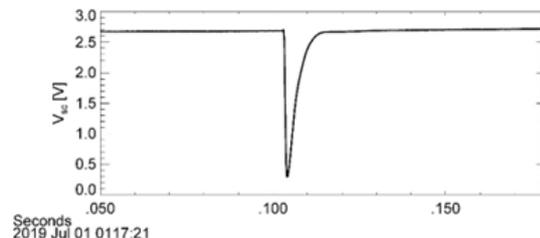


図 2: ARTEMIS 衛星で観測されたダスト衝突による衛星電位変動波形(電位減少)。

向かうアルベン波の波束を追跡し、電離圏と交差する点を求めた。この点を「アルベン・フットプリント」とした。また、磁気赤道面から伸びる磁力線が電離圏と交わる点を「磁氣的フットプリント」とした。両者を比較したところ、惑星間空間磁場が南向きの場合、夜側かつ 8 RE（地球半径）以上の領域において、地磁気地方時方向に数時間以上もずれることが分かった。有限なアルベン波速度のため、いつも「磁力線を介した写像の関係」が成り立つとは限らないことを意味する。

Ebihara, Y., and T. Tanaka, On the electric field "mapping" between the magnetosphere and the ionosphere, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会, 2024 年 11 月.

炭素化木質リグニンの耐原子酸素 (AO) 性評価-XPS による表面化学変化の解析

低地球軌道環境における耐久性を評価するため、炭素化した木質リグニンに対する原子酸素 (AO) 照射の影響を X 線光電子分光 (XPS) により解析した。針葉樹由来 S-MWL および広葉樹由来 H-MWL の炭素化材料を AO 照射し、O/C 比および C1s スペクトルの変化を分析した結果、S-MWL では O/C 比の増加と C-O、C=O 結合の増大が確認され、酸化が進行していることが示唆された。一方、H-MWL は酸素含有官能基が多く、AO 照射後の O/C 比の変化が小さく、XPS 分析により C1s ピークの構造変化が最小限に抑えられ、化学組成の安定性が確認された。これにより、炭素化 H-MWL は炭素化 S-MWL よりも相対的に高い耐酸化性を有することが明らかになり、リグニンの起源や炭素化プロセスが AO 耐性に与える影響が示された。今後は、XPS による詳細な結合状態の解析を進め、宇宙環境下での実用化に向けた最適化を図る。

斜め伝搬ホイッスラーモード波動による高エネルギー電子降下の効率についての研究

地球の周りに数百 keV から数十 MeV の高エネルギー電子と、数 GeV までの高エネルギーイオンで構成される放射線帯が存在している。地球の磁場に捕らえられた電子は、ホイッスラーモード・コーラス放射によって散乱され、地球の大気へ降下する。これらの高エネルギー電子の降下は、地球大気や低軌道衛星に重大な影響を及ぼす。地球の内部磁気圏を伝播するホイッスラーモード・コーラス放射には、背景磁場に対して準平行伝搬する波と、斜めに伝搬する波の二種類が観測される。準平行伝搬波と電子の相互作用ではサイクロトロン共鳴のみが発生するのに対し、斜め伝搬波と電子の相互作用では、準平行伝搬波よりも多くの共鳴（ランダウ共鳴や高次サイクロトロン共鳴）が発生することが分かっている。本研究では、計算機シミュレーションを用い、コーラス放射によって大気へ降下する電子の軌道を再現し、伝搬角の違いによる電子降下への影響を定量的に解析した。さらに、各共鳴による電子降下の効率を示す方程式を導出し、任意のコーラス放射イベントにおける電子降下量を予測できるようにし

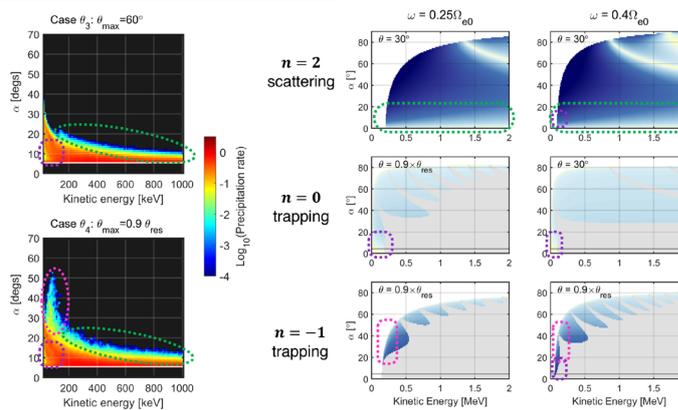


図 3: 一つの斜め伝搬コーラス放射による電子降下の効率と各共鳴の関係図

た。シミュレーション結果と導出した方程式に基づき（図 3 左：シミュレーションの一つ放射による電子降下効率；右：各共鳴による電子降下の効率）、以下の結論を得た。

1. サイクロトロン共鳴によるピッチ角散乱率は、低エネルギー電子の方が高エネルギー電子よりも高いため、低エネルギー電子は高エネルギー電子よりも降下率が高くなる。

2. 非常に斜めなコーラス波による電子降下率は、平行伝播波の約 1.5 倍、やや斜めな波の約 1.2 倍となる。これは、ランダウ共鳴および $n=-1$ 異常共鳴による強い非線形捕捉、さらに $n=2$ サイクロトロン共鳴の非線形散乱が影響するためである。

3. 通常、降下する電子の初期赤道ピッチ角は 20 度以下である。しかし、約 100 keV の電子は、 $n=-1$ サイクロトロン共鳴による強い非線形捕捉の影響で、初期赤道ピッチ角が 45 度以上であっても降下する可能性がある。

本研究では、斜め伝播コーラス波と電子の非線形波動粒子相互作用における各共鳴の役割を明らかにした。これにより、地球磁気圏における高エネルギー電子の変動メカニズムが、より詳細に解明された。

宇宙林業での材質予測

人類が将来的に長期間宇宙に滞在にすることになれば、できる限り現地で資源調達できる方策が必要となる。木材は加工が容易で人類が有史以前から利用してきた扱いやすい材料であり、また木材生産の副産物として得られる果物や堅果などは食料となる。宇宙で木材を調達するための宇宙林業構築が検討されている。その場合に得られる木材の性質を今から予測することは、実際の現場で予期せぬ事態を回避するために重要である。宇宙では地球と異なる環境条件がいくつもあるが、本研究では重力環境の違いに着目した。火星の重力は地球の 1/3、月なら 1/6、宇宙ステーション型コロニーならもっと小さい。そこで、回転によって微小重力環境を擬似的に地上で再現させるクリノスタットにポプラを搭載して育成し、その成長と木部形成について調査した。当初は 1 軸の簡易なクリノスタットを用い、その後、2 軸を持つ 3D クリノスタットを用いた。3D クリノスタットを用いた場合も、1 軸クリノスタットで得られた結果同様、伸長成長は地上コントロールとあまり差がなく、肥大成長は幹の下部ほどコントロールの方が大きくなった。

馬場啓一、土井隆雄、井上純大、海野大和、苅谷健司：微小重力下における樹木の形態形成．日本宇宙生物科学会第38回大会（山形）2024.9.20-9.22.

ミッション4：「循環材料・環境共生システム」

環境共生とバイオマテリアルの利活用を両立させるために、循環型生物資源の中でも、特に木質資源の持続的利用の実現が重要である。このための具体策として、生物本来の構造や機能を理解し、それらを最大限に引き出す多彩な機能性材料の創製、木質材料等を用いた安全・安心な建築技術の開発に取り組む。さらには、資源の供給源である生態系と、これを消費する人間活動との調和と発展の実現にむけて、樹木、植物、昆虫、微生物の管理・利用法の研究も実施する。基礎・応用の両面から研究に取り組み、豊かな文化にもとづく環境未来型の生活圏の在るべき姿を模索することで、森林環境の安定と保全をはかり、生活環境のさらなる向上を実現することを目的としている。木質資源を基盤に、自然と共存を継承・継続する技術、材料を開発するなど「創造」を意識しつつ、それらの成果を産官学連携などによって社会へ展開することによりイノベーションを推進するミッションとして、今年度は下記5テーマを実施した。

4.1 木質材料をもちいた建築物の設計に資する部材・構造の挙動解明

1. 研究組織

- 代表者氏名： 五十田博（京都大学 生存圏研究所）
 共同研究者： 中川貴文（京都大学 生存圏研究所）
 富田 愛（京都大学 生存圏研究所）
 森 拓郎（広島大学 大学院工学研究科）
 北守顕久（大阪産業大学 工学部）
 荒木康弘（国土交通省 国土技術政策総合研究所）
 中島昌一（国立研究開発法人 建築研究所）

2. 研究の背景と目的

木質材料は軽量の割には強く、優れた建築構造材料として利用されている。ここでは超高層を可能にする直交集成板と木材の特性を活かした構造について検討する。

直交集成板（以下、CLT）は高強度、高剛性を維持したまま、これまで構造材料としての利用価値の低い、比較的低質な材料を内部に用いることが可能であり、構造的な利点ばかりではなく、森林資源の有効活用法のひとつとしても期待されている。我が国では、近年、日本農林規格（JAS）の施行、建築基準関連告示の施行、設計・施工マニュアルの作成など枠組みが整備されてきている。ここで、構造設計法に関連する事項の技術的背景を研究的に整備し、さらに適用範囲の拡大をめざして実施する一連の研

究の基礎研究である。

3. 研究の結果および考察

本年度は、スリットや切り欠きのない場合の CLT 真壁の構造性能と破壊性状を明らかにするため、矩形 CLT を軸組枠内にはめ込んだ試験体を用いて壁試験を実施した（図 1-1）。また、今後の基準改正で可能となる小規模木造建築物の 5 倍を超える高倍率耐力壁の実現を目的として、ビス打ちした試験体についても加力実験を行い、ビスによる剛性増大効果についても確認した。

4. 今後の展開

CLT を小規模木造建築物の大壁や真壁、水平構面として活用する手法が検討されており、真壁利用においては梁への突き上げによる周辺部材への負担を軽減するため、主にスリットや四隅への切り欠きを施す研究が行われている。しかし、CLT の梁へのめり込みやホールダウン金物の変形性能を考慮すると、矩形 CLT による梁への突き上げがもたらす周辺部材への負担は、懸念されていたほど大きくない可能性がある。

今後は実験的検討を継続し、解析モデルによるパラメトリック・スタディにより研究を進展させ、本工法の構造設計法の確立に向けて検討を深める予定である。

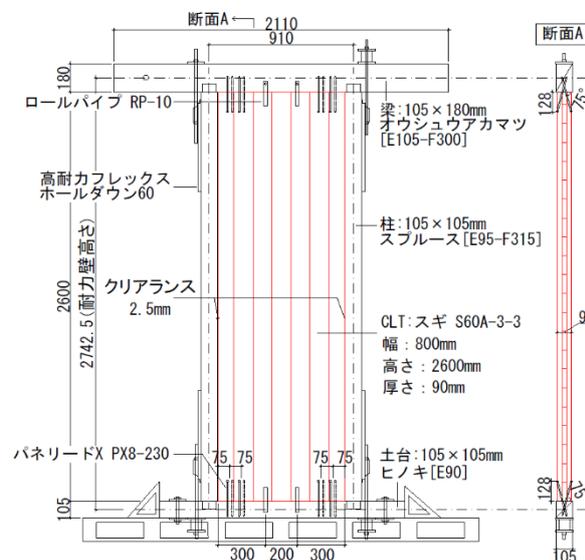


図 1-1：試験体図

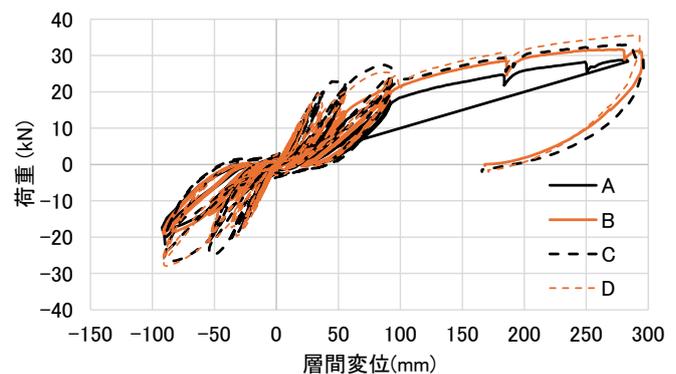


図 1-2：荷重変形関係

5. 付記

1) 学会発表 1 件

喜多川誠矢、辻拓也、五十田博、中川貴文、百瀬奏「矩形 CLT を真壁利用した耐震壁の構造性能」日本木材学会大会，仙台，2025 年 3 月

4.2 小角 X 線散乱による木材の構造物性相関解析

1. 研究組織

代表者氏名：今井友也（(京都大学 生存圏研究所)）

共同研究者：岡久陽子（京都工芸繊維大学 バイオベースマテリアル学専攻）

神代圭輔（京都府立大学 大学院生命環境科学研究科）

堀山彰亮（産業技術総合研究所材料・化学領域マルチマテリアル研究部門）

田中聡一（京都大学 生存圏研究所）

飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

堀川祥生（東京農工大学大学院 農学研究院）

Paavo Penttilä (Aalto University, Finland)

2. 研究の背景と目的

昨年度に続いての継続課題である。材料一般にその物性は構造により決まる。従って構造-機能相関解析は材料研究において極めて重要な位置を占める。木材の細胞壁ナノ構造は、結晶性を持つセルロースについては、その理解はある程度進んでいるが、マトリクスの構造やそのセルロースとの界面など、物性に大きな影響を及ぼすと考えられる構造的特徴について、その理解は十分とは言えない。

そこで構造解析手法としてその場測定が得意な小角 X 線散乱解析を用い、木材に各種揺動を加えつつその場測定を行い、構造解析を行った。また化学処理および生物学的に成分を変調させた植物細胞壁についても通常の小角 X 線散乱解析を行い、構造解析を行った。

3. 研究の結果および考察

今年度は、木材の液体膨潤時のナノ構造変化について分析を進め、アルコールで膨潤した木材と水で膨潤した木材では溶媒分子の吸着サイトが異なるなど、木材細胞壁内のナノ構造で膨潤挙動の一部を説明できることを証明し、論文発表を行った。

また曲げ試験同時 SAXS 測定を引き続き重点的に行い、蓄積されたデータの解析を進めつつある。

4. 今後の予定

すでに撮影した木材、竹材、イネなどの植物細胞壁試料や、曲げ同時 SAXS 測定データをまとめ、順次査読付き論文として発表を進めていく予定である。

また昨年度より継続して、Penttilä 博士（フィンランド・Aalto 大学）との連携を進め、小角 X 線散乱データ解析を物性に結び付ける研究を進めていく予定である。

5. 付記

1) 原著論文：1 報

Wood Science and Technology, **58**, 1991-2006 (2024)

Combined analysis of the microstructure of wood swollen by water and/or ethanol through dynamic mechanical analysis and small-angle X-ray scattering

Hiroaki Horiyama, Keisuke Kojiro, Yoko Okahisa, Tomoya Imai, Yuzo Furuta

<https://doi.org/10.1007/s00226-024-01599-2>

2) 学会発表：6 件（国際学会 3 件、国内学会 3 件）

The 67th SWST International Convention; The 2nd International Lignin Symposium in Kyoto; The International Symposium on Wood Science and Technology 2025 ; 日本木材学会年次大会

4.3 人工知能を援用した木質材料の物性予測システムの構築

1. 研究組織

代表者氏名：梅村研二（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：陳 碩也（京都大学 生存圏研究所）

松尾美幸（京都大学 大学院農学研究科）

2. 研究背景と目的

パーティクルボードやファイバーボードなどのいわゆる木質ボードは、木材などの再生可能なリグノセルロースを原料として製造されるため、持続可能な循環型社会を構築する上で、重要な材料として注目されている。木質ボードは主に建材や家具材として使用され、その物性は最も重要な性能指標といっても過言ではない。また、今後のボード生産の拡大を見据え、木材以外の多様多様なリグノセルロース資源をボード原料として利用することが検討されている。それに伴い、多様な原料で製造されたボードの物性を迅速かつ高精度に把握することが必須となり、ボードの物性予測システムの構築が今後ますます重要になると考えられる。

これまで、木質ボードの物性予測 AI を構築するために使用されたデータは、主に製造条件情報¹⁾や化学情報²⁾であり、ボードの画像に含まれる重要な形態情報は活用されていない。そこで、本研究は、木質ボードに最適化した画像ベース物性予測 AI の構築を目指し、本年度は多入力量み込みニューラルネットワーク(CNN)を設計し、その予測性能を評価した。

3. 研究の結果および考察

接着剤の添加率、熱圧温度と熱圧時間の条件を複数通り設定し、合計 54 枚の単層パーティクルボードを製造した。次に、ボードから物性評価用試料を作製し、その表面と断面画像データを取得した。その後、試料の力学性能を測定し、モデル構築用データセットを作成した。そして、試料の画像情報と密度情報を入力データ、ボード物性を出力データとした、多入力畳み込みニューラルネットワーク(CNN)モデルを設計し、モデルのトレーニングは構築されたデータセットを用いて行った。データセットの 87.5%は学習用にし、残りの 12.5%はテスト用にした。予測精度の評価指標は決定係数(R^2)と二乗平均平方根誤差(RMSE)を使用した。曲げヤング率の予測精度について、テストデータの R^2 は 0.89 であり、RMSE は 0.20 GPa であった(図 1 (a))。また、モデル解釈技術を用いて、モデルの予測根拠を可視化した結果、接着剤領域が抽出された(図 1(c))。これらの結果から、多入力 CNN モデルは、パーティクルボードの画像から、物性に大きく寄与する特徴情報を効率よく抽出し、その特徴情報と密度情報に基づいて曲げヤング率を精度良く予測したことが考えられる。

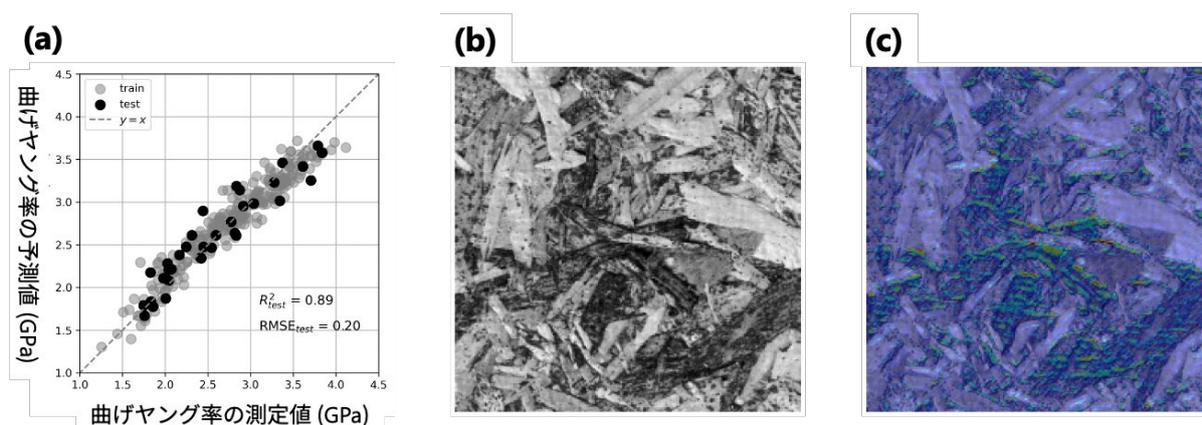


図 1 : 多入力 CNN モデルの物性予測精度と予測根拠の可視化。(a):曲げヤング率の予測精度、(b):パーティクルボードの表面画像、(c):抽出された予測根拠の画像

4. 今後の展開

構築された多入力 CNN の汎用性を検証するため、力学性能以外の物性予測精度を検証する予定である。

5. 引用文献

- 1) Bedeleian et al., *Forests*, 2022.
- 2) André et al., *Appl. Spectrosc.*, 2006.

6. 付記

原著論文:

Shuoye Chen, Shunsuke Sakai, Miyuki Matsuo-Ueda, Kenji Umemura, Investigation of multi-input convolutional neural networks for the prediction of particleboard mechanical properties, Scientific Reports, Accepted.

学会発表 2 件

- 1) 陳碩也、酒井俊佑、松尾美幸、梅村研二「多入力畳み込みニューラルネットワークによるパーティクルボード物性予測モデルの構築」第 74 回日本木材学会大会 2024 年 3 月
- 2) 陳碩也、酒井俊佑、松尾美幸、梅村研二「多入力畳み込みニューラルネットワークを用いたパーティクルボードの物性予測」日本木材加工技術協会第 42 回年次大会 2024 年 9 月

4.4 未来型資源循環システムの構築

1. 研究組織

代表者氏名：畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：本間千晶（北海道立総合研究機構 林産試験場）

共同研究者：渡辺隆司（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究の背景と目的

本テーマでは安全で快適な人間の居住圏を創造し、維持し続けるため、木質資源を適切に長く利用するための耐久性向上に関する研究や、新たな機能を有するバイオマス由来の素材開発等について取り組んでいる。

今年度は、化石資源枯渇や環境問題の解決を目指し、木質バイオマスの熱分解によるチャーおよび液化物の同時生産を通じて、持続可能な資源利用技術を開発することを目的として、触媒の種類（銅およびチタン）や昇温速度が木質バイオマスの熱分解生成物に与える影響を解析する実験を進めた。具体的には、北海道産トドマツの木粉を主原料とし、銅およびチタン触媒の添加や昇温速度（10°C/min、20°C/min、40°C/min）を変えた熱処理を実施し、生成された熱分解残渣（チャー）の特性を詳細に解析した。熱処理後の残渣については、TG-DTA、CHN 分析、FT-IR 測定、SEM、TEM 観察を用い、触媒添加や昇温条件が化学組成や微細構造に及ぼす影響を検討した。

3. 研究の結果および考察

本研究では、触媒添加と昇温条件が木質バイオマスの熱分解に及ぼす影響を明らか

にした。銅触媒は 500°C で熱分解残渣の生成を促進し、チタン触媒は 500°C および 800°C でガスや液化物の生成を優先する傾向を示した。熱重量分析により、触媒の種類に応じた重量減少率や生成物特性の違いが明確になった。電子顕微鏡観察では、銅添加試料は触媒反応後の痕跡が断面全体に広がり、チタン添加試料は残渣が均一に分散していることが確認された。これらの結果から、銅は残渣生成、チタンはガス・液化物生成に適していることが示唆された。また、触媒の選択や熱処理条件の調整が、生成物の特性を制御するために重要であることが分かった。以上の知見は、木質バイオマスの効率的利用と触媒設計に向けた基礎データとして有用である。

4. 今後の展開

今後は、触媒の種類や熱処理条件をさらに最適化し、木質バイオマスからの生成物特性の制御メカニズムを解明するとともに、実用化に向けたプロセスの効率化を目指す。

5. 付記

畑 俊充, 銅あるいはチタン触媒を用いた木質バイオマスの熱分解による生成物の特性と応用可能性の評価, 京都大学研究連携基盤未踏科学研究ユニット報告会 2024 Final, 令和 6 年 12 月 7 日

4.5 セルロースナノファイバー強化ポリプロピレンの圧縮加工による力学特性の制御

1. 研究組織

代表者氏名：伊福伸介（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：田中聡一（京都大学 生存圏研究所）

：矢野浩之（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究の背景および目的

木材の細胞壁を構成するセルロースナノファイバー（CNF）は伸び切り鎖微結晶の繊維であり、高強度、高弾性率、低線熱膨張率であるため、樹脂補強材として利用できる。例えば、CNF でポリプロピレン（PP）を強化できれば、自動車用部品としての大量利用が期待され、車体の軽量化と素材供給源の炭素固定により、CO₂ の排出削減にも繋がる。しかし、PP は CNF との複合化により破断ひずみが低下し、自動車用部品に求められる耐衝撃性も低下する。そこで、PP は圧縮加工することで破断ひずみが向上するとの報告¹⁾に着目した。本研究では、破断ひずみ向上を目的として、CNF 強化 PP について圧縮加工した材料の引張特性を調べた。

3. 研究の結果および考察

PP、化学変性 PP、および化学変性パルプの混合物について二軸押出機で解繊と混練を行った。これにさらに PP を追加して四軸押出機で混練することで化学変性 CNF5% 複合 PP のペレットを作成し、それを射出成形した。射出成形体を型枠に入れて 200℃ で熔融し、室温まで冷却することで熔融成形体を得た。熔融成形体は 140℃、50MPa で圧縮加工した。圧縮成形体の引張特性について、熔融成形体と比べて、破断ひずみだけでなくヤング係数、強度が増加した。これは、圧縮加工によって、PP の結晶構造、CNF ネットワーク分布、および PP と CNF の相互作用が変化したことによると推察された。

4. 今後の展開

今後は、圧縮加工による CNF 強化 PP の引張特性向上メカニズムを解明することや、圧縮前の熔融成形体の結晶構造や圧縮加工における力場を制御することによって、破断ひずみをはじめとする引張特性の更なる向上を目指す予定である。

5. 参考文献

1) 久保木隆司、未発表

6. 付記

1) 学会発表 1 件

- ・Tomoya Hamada, Soichi Tanaka, Shinsuke Ifuku, Hiroyuki Yano, "The changes in mechanical properties of CNF-reinforced polypropylene by pressing below its melting point", International Symposium on Wood Science and Technology, Sendai, March, 2025.

ミッション5：「高品位生存圏」

5-1) 人の健康・環境調和

1. 研究組織

サブミッション代表者：高橋けんし、杉山暁史

研究課題代表者：杉山暁史、棟方涼介、上田義勝、高橋けんし、矢吹正教

2. サブミッションの研究概要

本サブミッションでは、「生存圏の新領域開拓」で実施してきたテーマのうち「バイオマス由来の生体防御物質」「電磁場の生体影響」「大気質の安心・安全」に関係する研究を高品位生存圏の実現に向け発展的に継続し、人の健康ならびに環境との調和に資することを目的として研究を行ってきた。2020年度で「電磁場の生体影響」の研究を終了し、2021年度から新たに所内公募を経て「環境調和に向けた微細気泡水の利用」の課題に取り組んでいる。

3. 研究課題ごとの成果

3.1 バイオマス由来の生体防御物質

3.1.1 生理活性物質の生産機構と生物学（代表：棟方涼介）

【研究概要】

脱化石資源社会における人間の健康維持や生活の質の維持向上にとって、植物が生産する多様な二次代謝産物は中心的な役割を果たすものとして大きな期待が寄せられている。特に、ヒトに対する生理活性物質は、細胞膜を透過することが機能発揮に必須であることから、化合物の脂溶性が鍵となる。そのため植物由来の脂溶性高付加価値化合物の生合成や蓄積メカニズムの解明、またこのような生産機構の生物工学的応用はいずれも重要な研究テーマである。本年度は、研究対象とする化合物群の中でもプレニル化フェノール類について、養蜂製品プロポリスの薬効成分であるアルテピリンCの新規微生物生産系の構築、及び生合成上の要となる芳香族基質プレニル化酵素の触媒機構の解析という2つのプロジェクトを進めた。

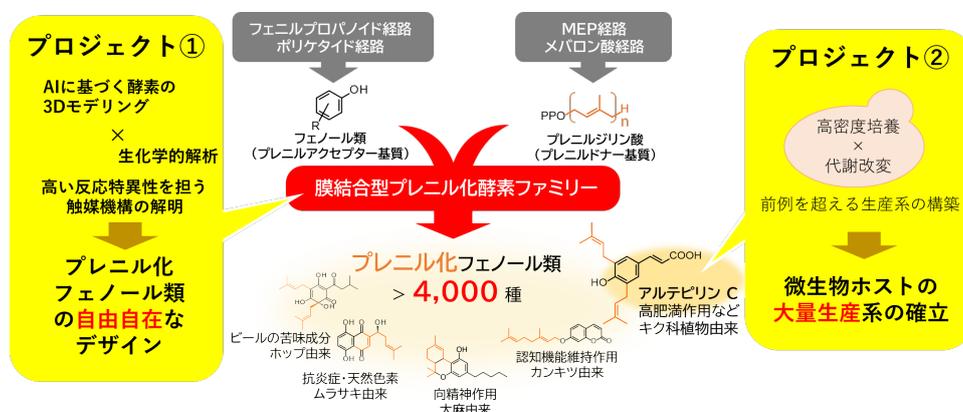


図1 高付加価値プレニル化フェノール類の創出と大量生産に関する研究成果

【研究の背景と目的】

植物が生産するプレニル化フェノール類は約 4,000 種に及び、この中には抗菌活性や抗ウイルス活性、また抗肥満作用など、人に有益な化合物が多く含まれる（図 1）。しかしながら、プレニル化フェノール類は現状社会で活用されていない化合物種が殆どであり、それには生産植物種における蓄積量が微量、また生産植物種自体の取得や大規模栽培が困難といった理由が挙げられる。一方、近年は有用な植物成分について、その生産の分子機構を安定生産可能な微生物に付与することで、微生物に生産させる合成生物学的な物質生産系が報告されている。そこで本研究では、プレニル化フェノール類の合成生物学的生産の基盤技術の開発を目的とした。

プレニル化フェノール類が生理活性を示すには、フェノール骨格に結合したプレニル側鎖の存在が鍵となる。この重要な反応を担うのが膜結合型プレニル基転移酵素であり、これまでに、様々な植物種から、多くのプレニル化酵素遺伝子が発見されてきた。これらの酵素機能解析から、個々のプレニル化酵素は基質認識やプレニル化部位に対して高い特異性を有することが明らかとなっていたが、この反応特異性の高さを担う触媒機構は不明であり、これが PT の機能向上・改変の障壁になっていた。そこで、① プレニル化酵素の反応特異性を担う触媒機構の解明を目指した（図 1）。また、プレニル化フェノール類の大量生産にむけては、これまでに抗肥満活性を有するアルテピリン C について、安定に生産可能な出芽酵母を宿主とした生産系の構築が報告されていたものの（Munakata et al., *Commun Biol*, 2019）、その生産性は産業利用のレベルには遠く及んでいなかった。そこで、第 2 のアプローチとして、② 高密度培養が可能というメリットを持つメタノール資化性酵母を宿主としたアルテピリン C 生産に着手した（図 1）。

【研究の結果および考察】

①プレニル化酵素の反応特異性を担う触媒機構の解明（成果発表 1）

反応特異性の中でもプレニル基の転移位置に対する特異性が異なる 2 つのプレニル化酵素（PsPT1 及び PsPT2）を解析対象とした。両酵素間で、ドメインレベル、次いでアミノ酸残基レベルの様々な組み合わせで交換し、キメラ酵素群を得た。これらを個々に生化学的解析に供して位置特異性を評価した結果、位置特異性に重要なアミノ酸残が見出された。さらに、3D モデリング解析によって、このアミノ酸がプレニルアクセプター基質との相互作用を介して位置特異性を制御していることが示唆された。

②メタノール資化性酵母によるアルテピリン C 生産系の構築（成果発表 2）

メタノール資化性酵母 (*Komagataella phaffii*) は高密度培養が可能であり、また安価メタノールを炭素源にできるというメリットを持つ。この種に対して、プレニル化酵素を含むアルテピリン C 生合成経路の導入、各生合成段階の改良を通じて、従前の出化酵母の生産性を 10 倍以上凌駕する合成生物学的な微生物生産系を構築した。

【今後の展開】

プロジェクト1では、プレニル化酵素の反応特異性を担う触媒機構の一端を解明した。これは、プレニル化酵素の反応特異性を向上させる基盤的な知見となり、今後プレニル化フェノール類について不純物の少ない特異的な酵素合成が可能になると期待できる。さらに、新たな反応特異性の付与にも繋がる可能性があるため、新規生理活性物質の創出にも繋がると期待される。また、プロジェクト2で構築した微生物生産系は、アルテピリンC以外のプレニル化フェノール類の生産にも適用可能である。そのため、今後プロジェクト1で得られた知見も融合させながら生産系の改良を続けることで、アルテピリンCだけでなく多様な高付加価値プレニル化フェノール類の大量生産が可能になると期待できる。

【成果発表】

1. Han, J., Munakata, R., Takahashi, H., Koeduka, T., Kubota, M., Moriyoshi, E., Hehn, A., Sugiyama, A., Yazaki, K., Catalytic mechanism underlying the regiospecificity of coumarin-substrate transmembrane prenyltransferases in Apiaceae. *Plant Cell Physiol.*, in press, DOI: 10.1093/pcp/pcae134
2. Bamba, T., Munakata, R., Ushio, Y., Kumokita, R., Tanaka, S., Hori, Y., Kondo, A., Yazaki, K., Hasunuma, T. De novo production of the bioactive phenylpropanoid artemillin C using membrane-bound prenyltransferase in *Komagataella phaffii*. *ACS Syn. Biol.* 2024, 13, 4040–4049, DOI: 10.1021/acssynbio.4c00472

【共同研究者】

杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）、矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）、高橋宏暢（徳島文理大学 薬学部）アラン ヘーン（ロレーヌ大学 INRAE）、フレデリック ブルゴー（ロレーヌ大学 INRAE）、肥塚崇男（山口大学大学院創成科学研究科）、番場貴弘（神戸大学 先端バイオ工学研究センター）、蓮沼誠久（神戸大学 先端バイオ工学研究センター）

3.1.2 生理活性物質の輸送体の同定と有用物質生産への応用（代表：杉山暁史）

【研究概要】

植物細胞等を用いた生理活性成分の生産を効率的に生産するために、輸送体を同定し、生合成系遺伝子と組み合わせて異種発現系に導入することを目指す。これまでに、ダイズ根から分泌されるイソフラボンに関して、イソフラボンの根圏への分泌に関与することが示唆されたABC輸送体の候補遺伝子をトランスクリプトーム解析から絞り込んだ。今年度は、BY-2細胞を用いた輸送体の機能解析とともに、微生物の酵素を利用した植物由来有用物質の変換にも取り組んだ。

【研究の目的】

ダイズの生産するイソフラボン分泌および変換に関与する遺伝子の同定と機能解析

【研究の結果および考察】

イソフラボン生合成と協調的に発現する2種の ABCG タンパク質遺伝子を、イソフラボン分泌に関わる候補遺伝子とした。これらの遺伝子のうち1遺伝子を、タバコ BY2 細胞発現させ、形質転換培養細胞を作出した。細胞膜ベシクルの形成は確認されているが、輸送活性は見出されていない。一方で、今年度はダイズ根圏の微生物を用いて、植物由来イソフラボンを変換することを試みた。ミッション1の成果で記載した通り、ダイズ根圏細菌 *Variovox* sp. V35 より、イソフラボンを酸化的に代謝する遺伝子クラスターを発見した。このうち、初発酵素である IFCA は、ダイゼイン、ゲニステイン、グリシテイン等イソフラボンのアグリコンの A 環 8 位をヒドロキシ化する活性を有することが見出された。これら 8-ヒドロキシイソフラボンは、IFC クラスターの2段階目の遺伝子である IFCB を欠損する遺伝子破壊株で蓄積することが明らかになった。

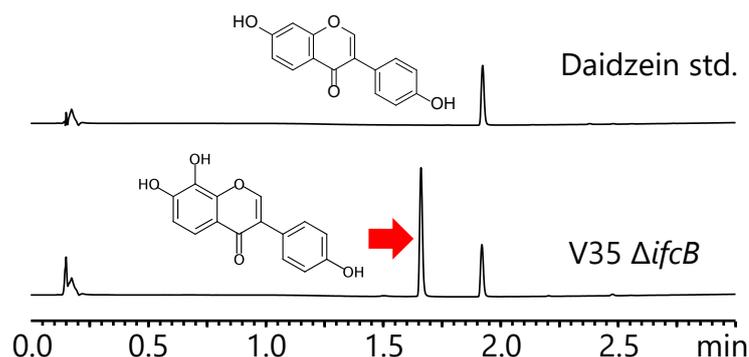


図2 IFCB 変異体での 8-ヒドロダイゼインの生産

【今後の展開】

輸送体遺伝子の同定を目指すとともに、微生物による変換系も活用した有用物質生産系を確立する。

【成果発表】

1. N. Aoki, T. Shimasaki, W. Yazaki, T. Sato, M. Nakayasu, A. Ando, S. Kishino, J. Ogawa, S. Masuda, A. Shibata, K. Shirasu, K. Yazaki, A. Sugiyama, An Isoflavone Catabolism Gene Cluster Underlying Interkingdom Interactions in the Soybean Rhizosphere, ISME Communications, 4, ycae052
2. 杉山 暁史 「根圏共生微生物の代謝機能を基盤とした相互作用育種」バイオインダストリー協会発酵と代謝研究会 2024年12月16日（招待講演）

【共同研究者】

土反伸和（神戸薬科大学）、青木裕一（東北大学）、永野惇（龍谷大学）

3.2 環境調和に向けた微細気泡水の利用（殺菌・洗浄）とその作用機序の解明（代表：上田義勝、渡邊崇人）

【研究概要】

殺菌や洗浄において対象となる真菌や細菌（以降、微生物とする）と微細気泡水技術との関係性においては、その活性への影響が様々に考慮されている。実用化の主な手法としては、基本的

にはオゾンガスを気泡内に導入し、オゾンの溶解度や攪拌効果を高めることで殺菌や処理の効果を促進させている例が多い。近年では、空気を利用したプラズマ殺菌法の開発が進められ、オゾンと窒素酸化物を両方生成させることで、オゾンでは十分に死滅しない芽胞菌やバイオフィームの滅菌が可能になってきているものもある。微細気泡水利用研究のうち、特にウルトラファインバブル（UFB）についてはこれまでは気泡の特性、特に気体種別とその気泡数密度との関係性を考察したものが多かった。一方で、水としての特性も含めた考察を行う必要もあるため、本提案の中の一つの技術的解決課題の方法として、UFB と関連のある、水の特性（pH、溶存酸素、電気伝導度）との関係性について調査し、微生物との関係をより簡易に計測・検証できる手法となるかどうか、検討を行った。

【研究の結果および考察】

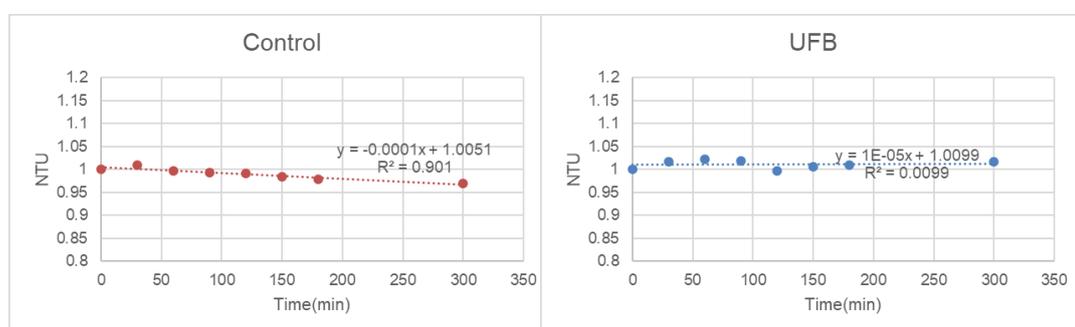


図3 微生物活性のリアルタイム計測の一例(濁度データ、左:Control としての酸素調整水、右:酸素 UFB 水)

微生物を添加した後の各サンプル水については、気泡数密度計測は微生物が不純物として混入しているため、正確に計測できなかった。一方で、微生物活性としての各パラメータ計測をおこなうことで、UFB が微生物に与える影響を評価できている。特に、図に示す様に、微生物の成長度合いとして NTU の変化が UFB と Control とで逆傾向を示すことが、溶存酸素と関係あることを容易に示せた他、水の特長として電気伝導度と連動している事は、今後の計測評価項目として重要な示唆を示している。仮説ではあるが、今回用いた微生物 (*Pseudomonas* sp. UJI-902) の大きさは顕微鏡カメラ実測にておおよそ 500 nm, UFB の大きさは 100-200nm であり、微生物の大きさは UFB と同程度の大きさであった。その結果、お互いに吸着、もしくは反発などの作用も発生するため、その結果として局所的な酸素供給や、電気的な特性変動が起こっている可能性がある。EC の変化があまりないという事は、気泡数密度変化はほとんどなかった可能性もあるため、今後より詳細なデータ計測を行っていく必要がある。

【今後の展開】

UFB と微生物の関係としては、特にオゾンの直接的な効果を高める研究が多い。その一方で、通常の大気や酸素を用いた UFB の効果について、より簡易でわかりやすい効果を示し、最適化条

件を示す必要もあると考えている。本計測評価の手法では、UFBの気泡数密度だけではなく、水の特性パラメータを詳細に確認することで、UFBの影響評価を示すことができた。時間的に詳細にデータを取ることで、今後よりはっきりとUFBを含めたファインバブルの可能性を示すことができると考えている。また、本提案では細菌を用いた試験方法を採用しているが、環境浄化として考える場合は真菌を用いての実験も今後行っていく必要があると考えている。

【成果発表】

国際会議発表

1. [Invited] Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research on Fine Bubble Applications in Japan: Fundamentals and Innovations, Student Lecture at National Taiwan University, Dec 5, 2024
2. [Invited] Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Basic Research and Applications of Fine Bubbles in Japan, Plasma and Finebubble seminar at National Yang Ming Chiao Tung University, Dec 3, 2024

受賞

第2回ファインバブル産業会 学術研究奨励賞, (研究テーマ) ウルトラファインバブルを活用した種々の応用研究と作用メカニズム解明のための総合的学際研究とその主導, 令和6年(2024年)

【共同研究者】

渡邊 崇人 (生存圏研究所), 徳田 陽明 (滋賀大学 教育学部), 谷垣 実 (京都大学 複合原子力科学研究所), 西崎 嘉浩, 後藤 裕 (株式会社 クレハトレーディング)

3.3 大気質の安心・安全 (代表: 高橋けんし、矢吹正教)

【研究概要】

人の健康に深くかかわる人間生活圏における大気質(air quality)の診断方法の開拓を目的として、車載型のライダー装置の開発、および、その検証実験を実際の都市域で実施したほか、cavity-attenuated phase shift 法による都市型大気汚染の観測を行った。

【研究の背景と目的】

大気微量成分、とりわけ、オゾンや窒素酸化物といった微量ガスや大気エアロゾル粒子は、大気環境への影響のみならず、ヒトへの健康影響も懸念される。我々は、人間生活圏および森林圏に近い大気の化学的動態を探查する新しい手法の開拓を目指している。

【研究の結果および考察】

本課題では、都市大気汚染の動態探査を目的とした連続観測を、大阪公立大学との共同で実施している。Cavity-Attenuated Phase Shift Spectroscopy 法を用いた二酸化窒素(NO_2)センサーと超音波風向風速計を大阪府堺市庁舎の屋上に設置し、渦相関法による NO_2 フラックスを計測した。その結果、 NO_2 フラックスの日内変動が CO_2 フラックスの日内変動と類似していた。また、週末と週間のフラックスの違いが、大型のディーゼル車と小型ガソリン車の走行台数の変化に対応していることが分かってきた。また、車載ライダーを用いた富士山周辺のエアロゾル鉛直分布の移動観測を継続したほか、農業や建造物への塩害の要因になる凍結防止剤の飛散状況可視化実験を北陸地方の高速道路近傍で行った。

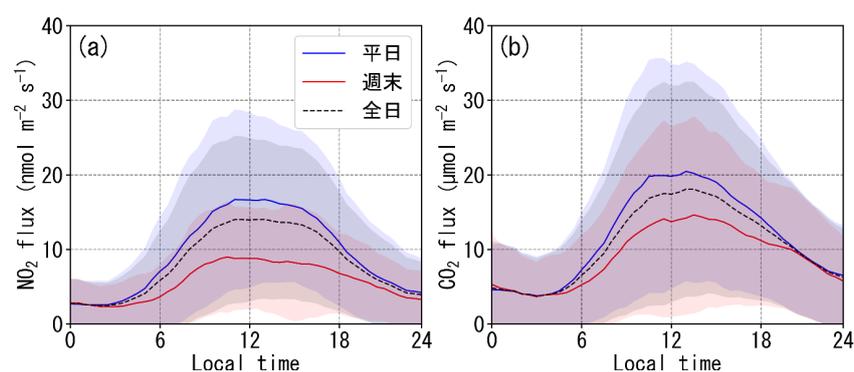


図4 堺市役所の屋上（地上 122 m）で観測された NO_2 および CO_2 フラックスの平日、週末、全日の変動特性

【成果発表】

1. S. Okamura, M. Ueyama, K. Takahashi, " Temporal and spatial variations in NO_2 fluxes by the eddy covariance measurements over a dense urban center in Sakai, Japan", *Atmospheric Environment.*, 339 (2024) 120870, doi: 10.1016/j.atmosenv.2024.120870
2. 矢吹正教, 三浦和彦, 車載ライダーを用いた山岳大気エアロゾルの立体観測, 第 42 回レーザーセンシングシンポジウム, 2024 年 9 月 12-13 日 (大阪) .

ミッション5：「高品位生存圏」

5-2) 脱化石資源社会の構築

(植物、バイオマス、エネルギー、材料)

飛松裕基、畑 俊充
京都大学 生存圏研究所

1. 概要

本ミッションでは、「脱化石資源社会の構築」をキーワードに、ミッション 1-4 の研究成果をさらに発展・融合させ、生存圏科学の国際化とイノベーション創出を加速する強力な共同研究課題を推進する。令和 6 年度は、昨年度に引き続き、4 つの主要テーマ：「バイオマス植物の分子育種と生物生産」、「革新的バイオマス変換技術」、「バイオマスをベースとした先端機能材料」、「マイクロ波エネルギー伝送技術の社会実装」を設定し、以下の研究課題 6 件を進めた。

2. バイオマス植物の分子育種と生物生産

課題 5-2-1. リグニン代謝工学に基づくバイオマス生産植物のテーラーメイド育種技術の開発（研究代表：飛松裕基、巽奏；共同研究先：徳島大、奈良先端大、北海道大学、理研、産総研、香港大、高麗大学校、ウィスコンシン大、ワシントン州立大、ワーゲニンゲン大学、上海植物生理生態研究所、インドネシア科学院、米国ブルックヘブン国立研究所、仏トゥールース生物工学研究所、スペイン高等科学研究院、他）

本研究では、循環型社会構築を担うバイオマス生産植物の分子育種技術基盤の構築を目指し、リグノセルロース系バイオマスの主要成分であるリグニンを様々に改変した組換え植物の作出と各種バイオマス特性の評価を国内外の研究機関と共同で進めている。本年度は、前年度に引き続き、ゲノム編集等を活用したリグニン生合成遺伝子の発現制御により、リグニンの化学構造や量を改変したイネやポプラ組換え株の作出に成功し、細胞壁（特にリグニン）生合成に寄与する新規遺伝子群の同定に成功するとともに、それらの発現を制御した組換え植物のバイオマスの構造と各種特性を明らかにした。また、リグニン代謝工学に基づくバイオマス生産植物の分子育種に向け、イネ、シロイヌナズナ、ポプラ等におけるリグニン生合成機構の解析を国内外の研究グループと共同で進めた。

論文発表：[1] Supatmi et al., Essential yet dispensable: the role of CINNAMATE 4-HYDROXYLASE in rice cell wall lignification, *bioRxiv* (<https://doi.org/10.1101/2024.10.08.617307>). [2] Takeda-Kimura et al., Altered development and lignin deposition in rice *p-COUMAROYL ESTER 3-HYDROXYLASE* loss-of-function mutants, *Plant J.* in press (<http://doi.org/10.1111/tbj.70039>). [3] Yamamoto et al., Disruption of aldehyde dehydrogenase decreases cell wall-bound *p*-hydroxycinnamates and improves cell wall digestibility in rice. *Plant J.* 120, 2828–2845 (2024). [4] Ishida et al., Expression of laccase and ascorbate oxidase affects lignin composition in *Arabidopsis thaliana* stems. *J. Plant Res.* 137, 1177–1187 (2024)
その他関連論文発表 3 件。

課題 5-2-10. 植物の脂質分泌能を利用した物質生産プラットフォームの技術開発（研究代表：棟方涼介、杉山暁史）

植物は、脂溶性の物質を細胞と細胞の隙間に分泌し、蓄積する。柑橘類を含むミカン科植物は分泌腔という球状の細胞間隙を果皮や葉表面に無数に発達させ、またセリ科植物は油管と呼ばれる管状の細胞間隙を植物体全体に有する。分泌腔や油管には植物が病害虫から身を守るための化学防御物質、また人の健康に資する生理活性物質が蓄積する。そのため、植物が蓄積に特化した細胞間隙を作る能力を明らかにすることは、作物や薬用植物の病害虫抵抗性の向上や生理活性物質の高蓄積に繋がる。しかしながら、分泌腔や油管といった細胞間隙の形成、また細胞間隙を囲う細胞で行われる脂溶性成分の生合成や間隙への分泌といった一連の現象を司る分子メカニズムの多くが未解明である。そこで、今年度はミカン科柑橘類及びセリ科ハーブを実験材料として、分泌腔や油管に蓄積する成分の生合成酵素遺伝子の解析を行った。特に、セリ科油管に蓄積する化学防御物質フラノクマリン類について、生合成上のカギ酵素であるプレニル化酵素を多様なセリ科植物種から単離・解析し、それらの触媒機構の一端を明らかにした。

論文発表：Han, J., Munakata, R., Takahashi, H., Koeduka, T., Kubota, M., Moriyoshi, E., Hehn, A., Sugiyama, A., Yazaki, K., Catalytic mechanism underlying the regioselectivity of coumarin-substrate transmembrane prenyltransferases in Apiaceae, *Plant and Cell Physiology*, 66, 1-14 (2025) (DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcae134>).

3. 革新的バイオマス変換技術

課題 5-2-4. リグノセルロースの分岐構造解析を基盤とした環境調和型バイオマス変換反応の設計（研究代表：西村裕志；共同研究先：京都大エネルギー理工学研、京都大化研 他）

リグニンの利活用はバイオマス全体利用の鍵を握るが、現状は変性した低質リグニンの熱回収に留まっている。リグノセルロースの多様な分岐構造を解き明かし、分子構造に基づいてバイオマス変換法を設計することが、植物基礎科学の発展と、植物資源を活かしたサステイナブル社会の実現につながる。特にリグニン・多糖間結合の解明は、バイオマスを化学品、材料、エネルギーへ変換する植物バイオリファイナーの構築への貢献が期待される。植物バイオマスを環境低負荷プロセスによって高付加価値素材へ変換するコア技術を国内及び国際特許出願した。これまで、JST 未来社会創造事業、NEDO 事業、民間企業との共同研究、科研費(挑戦萌芽20K21333,基盤研究B 21H02258)、などの支援を受け研究開発を進めてきた。2024年度は新たに JST ディープテック・スタートアップ国際展開プログラム、NEDO 官民若手事業、複数の民間企業との共同研究等を開始し研究開発を進めている。

論文発表：[1]Nishimura, H., Watanabe, T., Matrix-Free Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry Imaging for Rapid Evaluation of Wood Biomass Conversion, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 38, e9716, 2024. [2] Kashimoto, R., Ohgitani, E., Makimura, Y., Miyazaki, T., Kimura, C., Shin-Ya, M., Nishimura, H., Pezzotti, G., Watanabe, T., Mazda, O. (2024). Lignin Isolated by Microwave-Assisted Acid-Catalyzed Solvolysis Induced Cell Death in Mammalian Tumor Cells by Modulating Apoptotic Pathways. *Molecules*, 29, 5490. 招待依頼講演 8 件、著書(依頼分担)2 件.受賞他：Innovation Research Award 2024 (IkedaSenshu bank), 9th FASTAR Award(Suntory) 2024.7 (SMRJ), Guest in a radio program @ Osaka MBS 2024.4.21, 2024.4.28.

4. バイオマスをベースとした先端機能材料

課題 5-2-6. バイオマスからのエネルギー貯蔵デバイスの開発（研究代表：畑俊充、小嶋浩嗣；共同研究先：リグナイト、インドネシア科学院 LIPI、他）

バイオマス由来の活性炭をエネルギー貯蔵デバイスとして応用するため、木質ペレット由来のガス化残渣に賦活処理を施し、CO₂吸着能の向上を評価した。その結果、K₂CO₃を用いた細孔構造の最適化が、吸着効率および蓄電機能向上に寄与する可能性が示唆され、今後は賦活条件の最適化を進め、高い CO₂吸蔵能力と優れた放電容量を兼ね備えた電気二重層キャパシタ(EDLC)電極の開発を目指す。また、関連研究のレビューを行った結果、バイオマス由来活性炭の高効率合成法の開発と CO₂吸蔵能力の向上を進めるとともに、吸着-光触媒複合システムの構築による環境浄化とエネルギー貯蔵の両立が持続可能な炭素電極材料の応用展開に重要であることを確認した。

論文発表：[1] Fauzi, A.A.B., Chitraningrum, N., Budiman, I., Subyakto, Widyaningrum, B.A., Maheswari, C.S., Jalil, A.A., Hassan, N.S.B., Hata, T., Azami, M.S. B.M, A state-of-the-art review on lignocellulosic biomass-derived activated carbon for adsorption and photocatalytic degradation of pollutants: a property and mechanistic study. Environ Sci Pollut Res 31, 64453–64475 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-024-35589-5>

課題 5-2-11. 低地球軌道で利用するためのリグニン炭の微細空隙解析（研究代表：畑俊充、飛松裕基、小嶋浩嗣；共同研究先：神戸大学工学研究科、長野工業高等専門学校、他）

バイオマス由来の炭素材料を低地球軌道（LEO）環境下で応用するため、透過型電子顕微鏡（TEM）像と画像解析を用いてリグニン炭の微細空隙構造を解析し、原子酸素（AO）照射の影響を評価した。その結果、広葉樹由来のミルドウッドリグニン(H-MWL)は、酸素含有官能基の濃度が高いため、AOによる浸食耐性が相対的に高い一方、針葉樹由来のMWL(S-MWL)は、グアイアシル構造に起因してAO照射による空隙形成が顕著であり、劣化を受けやすいことが示唆された。TEM像の解析により、AO照射後のリグニン炭の層間距離の変化が確認され、特にS-MWLでは層状構造の乱れと微細空隙の増加が顕著に見られた。さらに、画像解析による空隙サイズ分布の評価から、AO照射後の空隙の拡大傾向が明らかとなり、AOがリグニン炭のナノスケール構造に与える影響が定量的に示された。今後は、TEM像のさらなる微細構造解析を進め、木材種の選定と炭化条件の最適化を行うことで、LEO環境での耐久性向上を目指した炭素材料の開発を推進する。

5. マイクロ波エネルギー伝送技術の社会実装

課題 5-2-7. マイクロ波無線電力伝送に基づくIoT技術の実証研究（研究代表：篠原真毅、三谷友彦；共同研究先：ミネベアアツミ）

2022年5月に電波法の省令改正により3周波数帯での空間伝送型ワイヤレス給電(WPT)が適法となり、2024年6月の段階で14か所(建物内)262局の920MHz帯WPT基地局が設置され、運用されてる。その一部は生存圏研究所と共同研究をしていたパナソニックによるものである。今後のより広いWPT応用を目指し、第2ステップとして屋外(トンネル内インフラ点検センサー)やより高い周波

数の利用等の法制化の交渉も引き続き行っている、2024年度は次のWPTの展開を考えて携帯電話5Gと同じ周波数の28GHz帯でのビームフォーミング送電器の開発を行い、実証実験にも成功した。

論文発表 : *Kawai, K., et al.*, “Design of a Second Harmonic Reradiating Rectenna Using Harmonic Source Pull”, IEEE Trans MTT, vol.72, no.10, pp. 6164-6173, 2024, 等 21 本; 国際招待講演 10 件; 国際会議 20 件; 受賞 (学生, 国際等)9 件; メディア発表: 8, '24.12.4, Nikkei Asia (web)「Japan takes first step toward space-based solar power supply」, など.

以上

ミッション 5 : 「高品位生存圏」 5-3) 日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性

山本衛、海老原祐輔
京都大学 生存圏研究所

主要テーマ：生活と社会のための宇宙インフラ・環境

A. 研究課題：GPSを用いた電離圏3次元トモグラフィ

A-1. 研究組織

代表者氏名：山本衛(京大生存圏研究所)

共同研究者：野崎太成(京大生存圏研究所)、斉藤享(電子航法研究所)、
Nicholas Ssessanga (オスロ大学)

A-2. 研究概要及び成果

GPS 観測網 GEONET を用いた電離圏電子密度の3次元トモグラフィの開発に取り組んでいる。電子航法研究所が全国 200 点から得ているリアルタイムデータを用いたリアルタイム解析を実施中で、毎日の日本上空の電子密度分布を緯度・経度方向の分解能1度×1度、高度分解能 20km(全て最大値)で毎 15 分ごとに得ている。MU レーダーによる電離圏電子密度観測とトモグラフィ解析との比較によると、両者が比較的良好に一致するが、トモグラフィによる電離圏高度が高すぎる傾向があった。さらに最近では、Ssessanga 他によって、GEONET からの GPS-TEC データに加えて地上のイオノゾンデの一般的な読み取りパラメータを付加し、3次元変分法を用いる解析法が開発されている¹⁾。このイオノゾンデデータの組み込みは良い結果を示すが、解析結果の一部に不自然な挙動が残るなどの問題点が残されていた。今年度までに、Ssessanga 他による解析手法を全般的に見直す改良を実施した²⁾。改良範囲は、GPS-TEC とイオノゾンデデータを組み込む観測行列の再設計、観測誤差とモデル誤差の誤差分散行列の検討、評価関数における観測データ項と背景モデル項のバランス調整、収束判定方法の合理化、など解析手法の全般にわたる。これらの改良の結果、イオノゾンデ観測データのある地点周辺の電離圏電子密度のピーク高度およびピーク電子密度の推定精度が大きく改善され、3次元変分法による電離圏電子密度解析の有用性が示された。さらに計算時間についても、この改良型トモグラフィを用いても、15分毎のニアリアルタイム解析が可能であることも分かった。

A-3. 付記

1) Ssessanga, N. *et al.*, Complementing regional ground GNSS-TEC computerized

ionospheric tomography (CIT) with ionosonde data assimilation, *GPS solutions*, GPSS-D-20-00186R4, May 2021.

- 2) 野崎太成, イオノゾンデ同化 GNSS 電離圏 3 次元トモグラフィに関する研究, 修士論文, 京都大学大学院情報学研究科情報学専攻 通信情報システムコース, 2025 年 2 月.

B. 研究課題：地磁気誘導電流と電力系統

B-1. 研究組織

代表者氏名：海老原祐輔(京都大学生存圏研究所)

共同研究者：後藤忠徳(兵庫県立大学)、亘慎一(情報通信研究機構)、

菊池崇(名古屋大学)、田中高史(九州大学)、藤田茂(気象大学校)

B-2. 研究概要

磁気嵐など地球周囲の宇宙空間が乱れると送電線に地磁気誘導電流(geomagnetically induced current, GIC)が流れ、停電など送電網に対して深刻な影響を与える可能性が指摘されている。GIC に伴う災害が起こる頻度は極めて低いが、ひとたび起これば現代社会に生きる私たちの生命・生存に対し脅威となる。GIC の測定と計算スキームの開発を通し、社会的影響評価に向けた研究基盤の構築を目指す。

B-3. 研究成果

1989 年 3 月に発生した巨大磁気嵐に伴い、約 9 時間にわたる停電がカナダのケベック州で発生した。停電の発生時刻は、急始(sudden commencement)と呼ばれる磁気嵐開始時で起こる急激な地磁気変動と対応していることから、惑星間空間衝撃波の到来が原因と考えられるが、その詳細はよく分かっていなかった。3次元電磁流体シミュレーションを用い、急始に伴って増大する沿磁力線電流の原因と、その生成領域を特定した。惑星間空間衝撃波が磁気圏を圧縮し、磁気圏で生成された沿磁力線電流が電離圏と接続して電離圏電流を強め、地上の磁場を乱すまでの全物理過程の詳細を示し、1989 年 3 月にカナダで発生した広域停電の原因となった宇宙環境変動を明らかにした (Zhang et al., 2024)。

B-4. 付記

- 1) Zhang, T., Y. Ebihara, and T. Tanaka, Generation of field-aligned currents in response to sudden enhancement of solar wind dynamic pressure, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129, e2024JA032768, doi:10.1029/2024JA032768, 2024.

C. 研究課題：MUレーダー・小型無人航空機(UAV)観測による大気乱流特性の国際共同研究

C-1. 研究組織

代表者氏名：橋口浩之 (京都大学生存圏研究所)

共同研究者：Lakshmi Kantha (米コロラド大学)、Dale Lawrence (米コロラド大学)、Abhiram Doddi (米コロラド大学)、Hubert Luce (京都大学生存圏研究所)、矢吹正教 (京都大学生存圏研究所)

C-2. 研究概要及び成果

乱流混合は熱や物質の鉛直輸送に寄与する重要なプロセスであり、これまで、MUレーダーを用いたイメージング(映像)観測により大気乱流の発生・発達・形成メカニズムや、メソ～総観規模現象との関連が研究されてきた。日米仏の国際共同研究により、2015～2017年の6月にコロラド大で開発された気象センサーを搭載した小型無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)とMUレーダーとの同時観測実験(ShUREX(Shigaraki, UAV-Radar Experiment)キャンペーン)が行われた。UAVは、小型(両翼幅1m)、軽量(700g)、低コスト(約\$1,000)、再利用可能、GNSSによる自律飛行可能で、ラジオゾンデセンサーを流用した1Hzサンプリングの気温・湿度・気圧データに加えて、100Hzの高速サンプリングのピトーセンサーによる乱流パラメータの高分解能データを取得した。UAV測定値との比較により1.3GHz帯大気レーダーで観測されたスペクトル幅 σ から乱流エネルギー消散率 ε を推定する際のモデルについて検討した。従来よく使用されている安定成層条件に対するスペクトル幅(σ)の2乗とプラント・バイサラ振動数に比例するモデルでは ε を過大評価する傾向があり、 σ^3 を定数(70m)で割るモデルが最も適していることが分かった。

C-3. 付記

- 1) H. Luce, M. Yabuki, and H. Hashiguchi, Turbulence studies from a Doppler Lidar, a UHF wind profiler, the MU radar and radiosondes in the convective boundary layer, The 16th Workshop on Technical and Scientific Aspects of MST Radar MST16/iMST3, Rostock, Germany, September 9-13, 2024.

D. 研究課題：宇宙からの粒子降り込みによる大気微量成分変動現象の解明

D-1. 研究組織

代表者氏名：栗田怜(京都大学生存圏研究所)

共同研究者：小嶋浩嗣(京都大学生存圏研究所)、三好由純(名古屋大学)、齊藤慎司(情報通信研究機構)

D-2. 研究概要

宇宙空間で自発的に放射される電磁波により、地球大気へ高エネルギーの粒子が降り込む。地球大気に降り込んだ粒子は超高層大気の異常電離・加熱を通して大気微量成分の組成に変化を引き起こす。この過程を理解するため、科学衛星による電磁波・粒子観測と数値実験により降り込み粒子を推定し、大気微量成分の変動現象への理解へとつなげる。

D-3. 研究成果

大気へ降り込む電子のエネルギースペクトルを理解するうえで、宇宙空間で励起される電磁波の波動強度と周波数の情報は非常に重要である。これらの情報をモデル化することにより、降下電子のエネルギースペクトルを理論的に導出することが可能となり、大気微量成分の変動現象の理解へとつながる。電磁波の波動強度と周波数の情報を統計的に得るために、あらせ衛星で取得された磁界データの統計解析をおこない、磁気地方時や地心距離、磁気緯度、さらには地磁気活動度に応じて変化する波動強度の様相を明らかにした。この統計解析結果をもとに波動強度のモデル化をおこない、構築されたモデルが、統計解析結果をうまく説明することが確認された。今後、この波動強度モデルをもとにして、降下電子のエネルギースペクトルの情報を見積もる数値計算を実施する予定である。

D-4. 付記

- 1) 栗田怜ほか、Construction of empirical wave power model of chorus waves based on the Arase observation、第 156 回地球電磁気・地球惑星圏学会、R006-07、2024 年 11 月

ミッション5：「高品位生存圏」

5-4) 木づかいの科学による社会貢献

(木造建築、木質住環境、木質資源・データベース、木づかいの変遷)

五十田博、田鶴寿弥子、中川 貴文、梅村研二

京都大学 生存圏研究所

我が国の適所適材の用材観や、建造物の仕口をはじめとした伝統構法は、アジア域の相互的文化交流の歴史によって培われた賜物である。木材はこれらの文化的情報を今に伝える媒体であるのみならず、年輪には古環境・気候の情報を記録している。これら木材から抽出・保存できる情報を社会に還元することで新しい持続的社会的構築の糧とする必要がある。一方、アジア域における伝統的な木造建築から、最新の中層木造建築までの種々の住環境的特徴や構造的性能を評価することにより「木づかい」の理解を深化させるとともに、その知見に立脚した新しい高性能木質素材を開発・利用することにより、安心安全な未来型木質住空間の創成に貢献できる。このような立場から、本ミッションにおいては、A：木材情報の調査と保存、B：安心安全な未来型木造住空間の創成、の2つのテーマを大きな柱とし、各々に関連する以下の4つのサブテーマに沿って学際・国際・文理融合的研究を推進している。

5-4-1 木の文化の調査と保存

1. 研究組織

代表者氏名：田鶴寿弥子（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：今井 友也（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究概要

我が国の適所適材の用材観や伝統的木製品の数々は、国を超えた相互的文化交流の歴史によって培われた賜物であり、それらの知識なしに、我が国特有の木の文化を理解することは不可能である。本研究では、国内外の美術館などとともに東アジアの木彫像をはじめとした文物の樹種識別や学術的研究を行い、学際的な知見の拡充を目的としてきた。今年度は、国内はもとより、海外の美術館・博物館との所蔵品の樹種調査に関する共同研究・人文学的研究を進めたほか、DNAを用いた歴史的木材における樹種識別手法の基礎的研究について研究を進めてきた。

3. 研究成果

今年度も国内外の美術館・博物館などと密接にコンタクトをとりながら、継続して

木製文化財の調査を進めることができた。特に、日本から世界に散逸したとされる約20体程度の神像群の研究においては、同グループに属することが示唆される像3体を本年度フランスなどで新たに発見し、調査を進めてきた。樹種や年代など、美術史や神像群の背景を知るための貴重な知見を得ることができた。これらの神像群が制作されたとされる10世紀から12世紀ころの和様化が進んだ時期の日本では、どのような木の文化が存在していたのか。国内の当該時期の木彫像の樹種調査はもちろんであるが、絵画や古典から抽出した木の文化、民俗学的な木の利用、なども多角的に見つめることで、神仏習合がすすむ当時の日本における木の文化の新たな側面の解明に注力した。

また今年度も国内の建造物調査において当時の木材利用や木材流通を知る上で大きなヒントをもたらすと期待されている歴史的な古材を用いたDNAによる樹種識別への応用を目指した研究を継続した。まだまだ基礎的な段階ではあるが、解剖学的特徴が酷似しており樹種判別が難しい樹種について、DNAによる樹種同定を可能とするべく、今井を中心に研究が進められている。

文化財から得られる科学的情報は、言うまでもなく日本の歴史ならびに東アジア地域の文化を知る上で重要である。今後もデータベースの拡充にむけて尽力したい。

4. 付記（関連の業績など）

- 1)濱田恒志, 田鶴寿弥子, 杉山淳司, 島根県内に所在する木彫仏像・神像の樹種調査(2) 一附・放射性炭素による年代測定結果一, 古代文化研究, 2025年3月出版予定
- 2)田鶴寿弥子, 文化財の樹種調査結果からみつめる人と木の歩み, 保存科学研究集会 2024・日本木材学会木質文化財研究会 2024年度例会, 2024年12月14日
- 3)田鶴寿弥子, ひとかけらの木片がおしえてくれること, 日本林業同友会会合, 2024年12月2日
- 4)田鶴寿弥子, 人と木の歩んできた道, 令和6年度文化財保存修復を目指す人のための実践コース 自然と文化財一循環型の保護継承を目指してー 2024年 オンライン
- 5)田鶴寿弥子, 茶室の樹種から紐解く人と木のあわい, 表千家群馬県青年部 令和6年度総会・講演会, 2024年6月30日
- 6)田鶴寿弥子, 文化財修理における樹種調査の今と課題, 講堂修復工事完了による披露公開講演会(京都府松殿山荘), 2024年6月16日

5-4-2 年輪年代学ならびに年輪気候学

1. 研究組織

- 代表者氏名：今井友也（京都大学 生存圏研究所）
 共同研究者：田上高広（京都大学 理学研究科）

渡邊裕美子（京都大学 理学研究科）
羅 銘浩（京都大学 理学研究科）M1
田鶴寿弥子（京都大学 生存圏研究所）
杉山淳司（京都大学 農学研究科）

2. 研究概要

アジアモンスーン地域における過去の水文気候を詳細に理解するため樹木の成長輪に着目し、成長輪の幅やセルロース酸素同位体比による年輪気候学の基礎研究を推進した。これまでに京都府北東部の芦生産スギの年輪セルロース同位体比から、肥大成長の季節特性の知見が得られることを明らかにしてきた。本年度からこれまでの研究を発展させて季節成長の時空間変化を捉えることを目的として、秋田スギの年輪試料を収集し、年々スケールで同位体比を分析することを試みた。これにより年輪の形成期間や気候への応答特性における基礎的知見を得ることができた。

3. 研究成果

これまでに京都府北東部の芦生産スギのセルロース酸素同位体比を分析し、年層内同位体比と降水量との相関解析から年層内の形成時期を推定できることを明らかにしてきた（Watanabe et al., 2023）。さらに、1990年以降の芦生スギの年輪形成時期が、それ以前に比較して早期化している傾向が認められた。本年度からはこれらの研究成果を発展させ、近年の急速な温暖化に伴うスギの肥大成長の変化を実証する研究を展開する。芦生スギの先行研究と同様の手法を用いて、スギの生育北限に位置する秋田スギの過去100年にわたる季節成長の変化を捉えることを目指す。本年度はこの研究に適した年輪試料の要件を検討するため、秋田スギの年同位体比の分析を試み、年輪の形成期間や気候への応答特性に関する基礎的知見を得た。分析に用いた秋田スギ試料は、秋田県立大学木材高度加工研究所の高田教授、沈助教から提供して頂いた。樹皮直下から224年輪について分析した結果、セルロース酸素同位体比は27~31パーミルの範囲で変動した。秋田スギのマスタークロノロジーと比較することにより、最外年輪の形成時期を2005年と特定することができた。一方で、1960年頃から秋田マスタークロノロジーとの相関が著しく低下することから、周囲の樹木の伐採あるいは枝打ち等による局所的な環境変化による影響を受けていることが示唆された。そこで、年輪同位体比の気候応答を評価するため、1960年以降のデータを除外し気象データとの相関解析を行った。結果として夏期降水量と負相関があることを確認でき、秋田スギの年輪同位体比の古気候指標としての有用性を明示することができた。現在、過去224年間の年輪同位体比から降水履歴を再構築し、その変動要因の検討を進めている。さらに、今後も年輪試料の収集に努め、スギの肥大成長の時空間的な変遷にむけて分析を進める予定である。

4. 付記（関連の業績、発表など）

- 1) 渡邊裕美子，李貞，中塚武，2024. 樹木年輪の年層内セルロース酸素同位体比による高時間分解能水文プロキシの構築. 日本地球惑星科学連合 2024 年大会，2024 年 5 月 30 日.
- 2) 渡邊裕美子，片山喜登，李貞，中塚武，2024. 京都府芦生研究林の広葉樹サワグルミの年層内同位体比変動による高分解能古気候復元の可能性. 日本地球化学会 2024 年大会，金沢大学，2024 年 9 月 20 日.

5-4-3 伝統構造・未来住空間

1. 研究組織

代表者氏名：五十田博（京都大学 生存圏研究所）
 共同研究者：中川貴文（京都大学 生存圏研究所）
 富田 愛（京都大学 生存圏研究所）
 平野陽子（北海道大学 大学院工学研究院）
 荒木康弘（国土技術政策総合研究所）

2. 研究概要

東アジア地域に共通する伝統的木造建築物の材料活用・構法・構造上の特徴に関し、その技術背景と性能への影響を科学的手法によって探求することで、木づかいに対する先人の知恵を理解し、今後の木材活用に向けた応用を検討する。コロナ感染症拡大の余波を受け、海外事例調査から国内調査へ移行したが、その継続的活動となった。具体には、各地域や大工により時代とともに変化しつつも伝承され、今後も建設されていくことが想定されている伝統的構法を分類・検討し、その構造的特徴を整理するための第一段階の調査を実施した。

3. 調査方法

全国各地の伝統的構法に関わる実務者に呼びかけ、図1に示すモデル建物を対象に、構造材料、各部構法、接合部等に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査は、伝統的構法で住宅を建設している実務者を対象とし、2024年6月に京都大学で実施した伝統木造建築の講演会で協力を依頼した。参加者数は67人、回答を得たのは27人であった。アンケートの項目の概要は以下の通りである。

- 各大工・工務店の経歴・建設実績 構造材料の選択・調達先
- 各部の構法・仕様 接合部の構造方法等

4. 研究成果

結果の詳細は付記に記した要旨を参照願いたい。ここでは結果の一部について報告する。はりのかけ方を質問としたが、回答された8件で同じものではなく、大工・設計者が独自で判断をしており、この段階で技術の継承などは確認できなかった。架構仕様は、石場立てとしたケースが74%を占め、その中7割が部材の上端高さを揃える組み方をしていった。2階床については、6割が天端高さを変える（渡り顎）組み方としていたことがわかった。各部材の樹種や寸法に関しては基準といえる数値が存在した。柱について、通し柱を使用するという回答が8割近くを占める結果であった。通し柱及び管柱の断面寸法と樹種については図2に示す。通し柱の寸法については、大工では150角及び180角との回答が多かったが、設計者では140角や165角といった寸法を回答していた。また、大工、設計者ともにモデル建物の中央に配置した柱の断面寸法を他の通し柱より大きくする例も見られ、管柱と比較して、バリエーションが大きい結果であった。管柱の断面寸法は、設計者、大工問わず120角が最も多く約8割を占める結果であった。柱の樹種は、ヒノキが最も多く、スギはその次に多い結果となった。

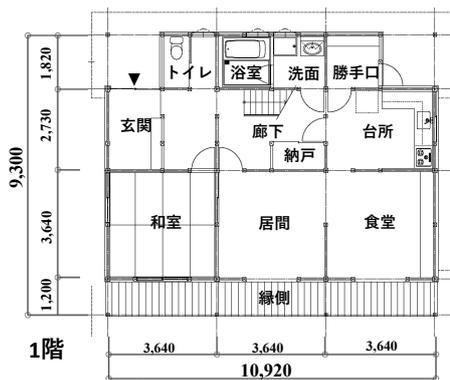
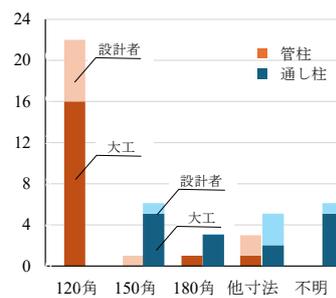
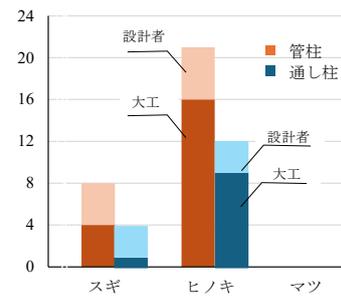


図1 提示した平面



(a) 柱 寸法



(b) 柱 樹種

図2 柱 仕様

5. 付記（関連の業績、発表など）

- 1) 陳放、平野陽子、五十田博、中川貴文：伝統的構法による新築2階建てモデル住宅を対象とした架構仕様および接合部調査；日本建築学会学術講演梗概集、構造Ⅲ、657-658、2024

5-4-4 未来型木造建築に資する木質材料の開発

1. 研究組織

代表者氏名：梅村研二（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：陳 碩也（京都大学 生存圏研究所）

安藤大将（秋田県立大学 木材高度加工研究所）

山内秀文（秋田県立大学 木材高度加工研究所）

趙 中元（中国 南京林業大学）

張 敏（中国 浙江農林大学）

Ragil Widyorini（インドネシア ガジャマダ大学 森林学部）

Sukma Surya Kusumah（インドネシア BRIN 生物材料研究センター）

Rahma Nur Komariah（インドネシア スマトラ工科大学）

Lilik Astari（オーストラリア メルボルン大学）

2. 研究概要

未来型木造建築では、化石資源への依存を抑えた革新的技術による持続可能な木質材料の開発が求められる。昨今の世界的な森林面積の減少や低炭素化社会へ向けた様々な取り組みを考えると、農産廃棄物などの未利用リグノセルロースを原料として利用し、合成系接着剤をはじめとした化石資源由来の物質を出来る限り使用しない新たな接着技術による木質材料の開発が重要である。昨年度は、スクロースを接着剤の主成分として着目し、パラトルエンスルホン酸 (PTSA) を用いた場合の硬化挙動を検討するとともに、廃糖蜜を接着剤として利用したソルガムバガスパーティクルボードの性能向上についての検討を試みた。今年度は、トウモロコシの茎を原料とし、クエン酸やリン酸二水素アンモニウムを接着剤としたパーティクルボードを製造し、その材料物性および耐火性能について検討した。また、バイオ接着剤の研究として、ジカルボン酸であるグルタル酸による接着性能をトリカルボン酸のクエン酸と比較して、その有効性を明らかにした。

3. 研究成果

トウモロコシの茎から製造したパーティクルボードの物性や難燃性に及ぼすクエン酸の効果を評価した。難燃性を向上させるために、炭酸カルシウムやリン酸二水素アンモニウムの添加を試みた。また、原料パーティクルを塩化ナトリウムで前処理する方法も検討した。パーティクルボードのプレス条件は 200℃、10 分とし、目標密度を 0.7g/cm³ とした。クエン酸を 25wt% 添加すると、JIS13 タイプの力学性能を示すボードが得られた。塩化ナトリウムで前処理したパーティクルボードは低い力学物性を示したが、クエン酸 25wt% と炭酸カルシウムの添加により寸法安定性が良好であった。難燃性は、前処理パーティクルボードに炭酸カルシウムを添加すると熱分解時間が遅くなり、難燃性が向上することが示された。しかし、リン酸二水素アンモニウムを添加すると難燃性が低下する傾向が見られた。

グルタル酸の接着性能を調べた研究では、木質成形体を作製し、クエン酸を用いた成形体と比較した。その結果、曲げ性能は同程度であったが、耐水性に優れていることが見出された。2D-NMR を用いて接着メカニズムを検討した結果、グルタル酸接着は

クエン酸接着よりも反応性が高く、副反応がないことが明らかになった（図1）。

この他、共同研究者と競争的資金の獲得に向けて協議するとともに、今後の取り組み等について意見交換を行った。

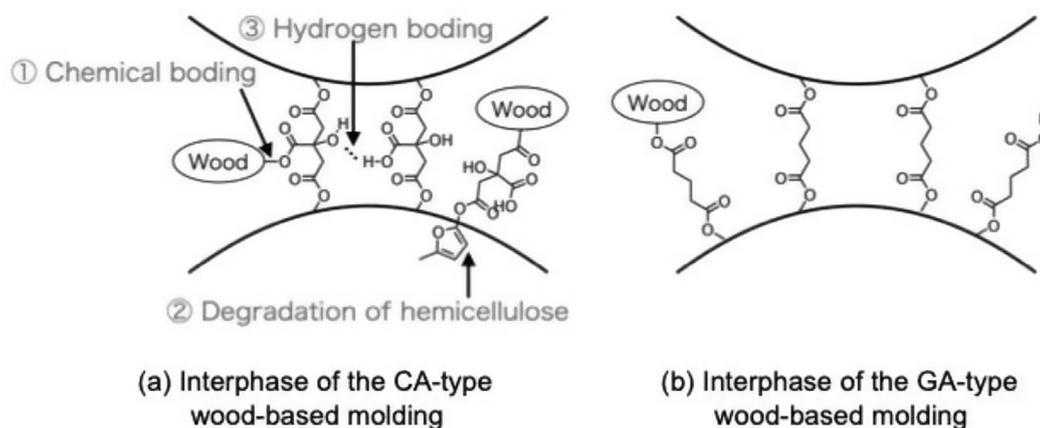


図1. クエン酸およびグルタル酸の接着機構²⁾

4. 付記（関連の業績、発表など）

1. Lilik Astari, Benoit Belleville, Kenji Umemura, Alex Filkov, Barbara Ozarska, Robert H. Crawford: Determination of Physical, Mechanical and Fire Retardancy Properties of Innovative Particleboard Made from Corn Stalk (*Zea mays* L.) Particles, *Journal of Renewable Materials*, Vol.12(10), 1729-1756 (2025) <https://doi.org/10.32604/jrm.2024.054786>
2. Daisuke Ando, Kenji Umemura, Hidefumi Yamauchi: New ester-type chemical bonding wood adhesion with a dicarboxylic acid compound, *Wood Science and Technology*, Vol.59, 14 (2025) <https://doi.org/10.1007/s00226-024-01621-7>.

アジアリサーチノード成果報告

京都大学生存圏研究所 学術交流委員会

飛松裕基、Hubert LUCE、横山竜宏、田鶴寿弥子、三谷友彦

1. 概要

生存圏科学の国際化、特にアジア展開を進めるべく、2016年度から「生存圏アジアリサーチノード（Humanosphere Asia Research Node（以下、ARN）」プログラムをスタートさせた。これは、インドネシアにARNを整備・運営することで、生存圏科学を支え、さらに発展させる国際的な人材育成を進めるとともに、国際共同研究のハブ機能を強化することを目指している。「日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点－持続可能開発研究の推進」(JASTIP)など、既に推進中のプロジェクトと連携して、旧インドネシア科学院(LIPI)/現インドネシア国家研究イノベーション庁(BRIN)の生物機能材料研究センター内に「生存圏アジアリサーチノード共同ラボ」を設置し、インドネシア国内の研究拠点(赤道大気レーダー、LAPAN研究センター、建築研等)で国際共同研究やキャパシティビルディング等の活動を推進してきた。

2. 国際活動

2.1 学術交流協定(MoU)締結状況

海外機関との人的交流・共同研究を促進するため、学術交流協定を積極的に締結している。現在締結中の23件(うち主担当19件)のうち18件がアジア諸国との協定である。2022年度には、インドネシアに於いて、LIPIやLAPAN等からBRINへの統合・改組がなされ、これに伴い学術交流協定(MoU)の再締結等を進めている。2024年8月には、BRINとの赤道大気レーダー運営と赤道大気研究に関する協定書を締結し、ジャカルタのBRIN本部にて署名式が行われた。2024年度は、その他5件のMoU(いずれもアジア諸国との協定)の再締結・更新を進めた。

2.2 国際共同研究プロジェクト

ARNの枠組みにおいては、赤道ファウンテン、熱帯バイオマスの生産・循環利用・環境保全、生存圏データベースの国際共同研究の3つのサブ課題に関する種々の国際共同研究プロジェクトを推進している。2024年度は、JASTIPが最終年度を迎えるに伴い、成果の取り纏めを行うとともに、地球規模課題に対処するために、アジア諸国と共に取り組む新たな共同研究プロジェクトに向けた協議を進めた。

2.3 キャパシティビルディング

研究プロジェクト(JASTIP, SATREPS, 赤道ファウンテン等)に関連したキャパシティビ

ルディングとして各種セミナー・ワークショップ・人材交流を実施している。また、生存研で定例開催しているオープンセミナーの一部を、ビデオ会議システム Zoom を利用して、宇治から国内各研究機関のほか、インドネシア BRIN に双方向配信し、最新研究の情報共有に努めた。

3. 生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム

国内外で国際シンポジウムや国際ワークショップ、生存圏科学スクールを開催して、生存圏科学を支える国際的な人材を育成することも ARN の重要な活動の一つである。

2017 年 2 月にはマレーシア理科大学と連携して、マレーシア・ペナンで第 1 回 ARN 国際シンポジウムを、2017 年 7 月には京都大学宇治キャンパスで第 2 回同シンポジウムを、2018 年 9 月には台中市の国立中興大学において第 3 回同シンポジウムを、2019 年 12 月 26 日～27 日には中国南京市において南京林業大学と共催で第 4 回同シンポジウムを開催した。2020 年度は、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、Web 会議システム Zoom と Remo を用いて、2020 年 12 月 22 日～23 日に第 5 回をオンライン開催、2021 年度は 2021 年 9 月 20 日～21 日に、赤道大気レーダー（EAR）の完成から 20 周年を記念した赤道大気に関するインドネシア国立航空宇宙研究所・京都大学国際シンポジウムと併催する形で第 6 回をオンライン（Zoom）開催、2022 年度は、LIPI や LAPAN などの BRIN への改組と、当研究所の新センター設置を受け、相互の研究組織の現状と将来の方向性を討議するための第 7 回を、第 10 回地球規模課題セミナー（10th Sustainable Development Seminar (SDS)）との併催として開催した。2023 年度は、2023 年 10 月 29 日に第 2 回環境と持続的発展に関する国際会議（The 2nd International Conference on Environment and Sustainable Development (ICESD)）との共催で、インドネシア・マカッサルの Hasanuddin 大学において、対面とオンラインのハイブリットで開催した。2nd ICESD は京都大学 ASEAN 拠点主催の第 18 回東南アジアネットワークフォーラムとも共催として開催された。2024 年度は、第 9 回 ARN を JASTIP「生物資源・生物多様性」分野（WP3）Wrap-up シンポジウムとの併催として、2025 年 2 月 25 日に京都大学宇治キャンパスにおいて、対面とオンラインのハイブリットで開催した。JAPTIP-WP3 関係者を中心とした日本人およびインドネシア人研究者による講演 14 件が行われ、41 名が参加した。

4. 今後の計画

国際的な学術交流の観点から、アジア諸国、欧米諸国、日本国内の様々な研究機関と研究者や大学院生の対面でのコミュニケーションの場を増やすとともに、オンラインのメリットを活かして、生存圏科学スクール（HSS）や国際生存圏科学シンポジウム（ISSH）等による若手教育の機会を提供していく。また、ARN に関する国際シンポジウムの企画や赤道大気レーダーを中心とする日本・インドネシア・諸外国の研究者との国際共同研究の継続、生存圏データベースの国際化を推進するための講義・セミナーなどを実施していく。

熱帯植物バイオマスの持続的生産利用に関する総合的共同研究

梅村研二

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：梅村研二（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：大村和香子（京都大学 生存圏研究所）

渡邊隆司（京都大学 生存圏研究所）

梅澤 俊明（京都大学 生存圏研究所）

飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）

小林 優（京都大学 大学院農学研究科）

レザ ラムダン リバイ（京都大学 生存圏研究所、インドネシア国立研究革新庁）

リリック・アスタリ（メルボルン大学）

スクマ・スルヤ・クスマ（インドネシア国立研究革新庁）

ラギール・ウイドヨリニ（ガジヤマダ大学）

2. 研究概要

バイオエコノミー時代に在って、化石資源に代わり再生可能な生物資源に対する依存度を上昇させることへの必然性は、既に世界的共通認識となっている。熱帯地域における木質バイオマス生長量は、温帯域のそれをはるかに上回っており、熱帯木質バイオマスの効率的な生産と利用が、生物資源依存型社会において極めて重要となる。本共同研究では、従来生存圏研究所で過去30年以上蓄積してきた熱帯人工林に関する個別の成果に基づき、熱帯木質バイオマス資源の持続的生産利用基盤の確立を最終目的として総合的研究を実施している。

3. 研究の背景と目的

[背景]

世界の年間木材（リグノセルロース）利用量は約20億トンと見積もられており¹⁾、非木材系（主としてイネ科バイオマス植物）のリグノセルロース（木質）生産量は36億トンと見積もられている²⁾。一方、世界の人工林からの用材生産量は全生産量の半分に満たず、未だ天然林からの大量の用材取得が続いている。今後、森林資源保護のために伐採制限が広がれば、木材需給の逼迫が懸念される。また、バイオマスリファイナリー構築のため、現在

の木質需要に上積みし、バイオマスリファイナリー仕向け分を増産する必要がある。そこで、単位面積当たりの収量の高いバイオマス植物種の植林や栽培、その利用などの技術革新が必須となる。

バイオマス生産性に関して、樹木（年間で最大 20 ton ha⁻¹ 程度）よりイネ科の大型バイオマス植物（年間最大 100 ton ha⁻¹）の方が数倍高い¹⁾。イネ科バイオマス植物は、リグノセルロース成分の分離特性が木材系リグノセルロースに比べて高く、将来的なバイオマスリファイナリー利用に適すると考えられる¹⁾。また、木質材料の原料としての利用も検討されており、さらには穀物、ショ糖、飼料の生産も可能であるため利用範囲が広い。そのため、多様なバイオマス植物の総合的な検討は、人類が持続的に生存を続けるうえで必須の資源の生産という課題解決のみならず、持続可能な開発目標 (SDGs) の達成やバイオエコノミーの概念にも適合する。

4. 研究の結果および考察

個別の研究として、バイオディーゼルの副産物であるグリセロールからバイオエタノールや 2,3-ブタンジオールを高効率で生産する酵母をゲノム編集により作出し、論文発表した。また、サトウキビ収穫廃棄物からナノリグニンを抽出精製する方法を開発した。アルギン酸・セルロースビーズに固体化したアラゲカワラタケの菌体やラッカーゼによる合成色素の分解を示すとともに、軽量膨張粘土骨材に固定化したアラゲカワラタケを用いて、染料工場廃液を無滅菌状態で処理し、廃液中のアンモニア濃度を軽減できることを示した。これらの成果は、e-Asia プロジェクトおよび JASTIP プロジェクトにおける BRIN との共同研究として論文発表した。

R4 年度まで実施した（国研）科学技術振興機構 (JST) / (独) 国際協力機構 (JICA) の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) 傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究の継続として、ソルガムバイオマスの燃焼利用に資する低灰分ソルガムの作出と解析を進めた。これらの成果の一部は総説、論文等で公表すると共に学会等で発表した。

日本における木造建築物等のシロアリ被害は、全国に広域分布するヤマトシロアリによる被害件数が圧倒的に多い。一方、その近縁種で比較的乾燥に強いカンモンシロアリは関門海峡周辺地域にのみ分布し局所的な被害を及ぼす。両種の加害生態の違いを明らかにすべく、感覚毛の外部形態を電子顕微鏡解析したところ、その多くは空気の流れなど機械的刺激を受容する機能を有していることが推察される結果を得た。

メルボルン大学との共同研究として、農産廃棄物のトウモロコシの茎の部分为原料に用い、ポリカルボン酸を接着剤とした木質パネルの研究を進めた。今年度は、耐火性の付与などについて検討し、論文発表した。また、ガジャマダ大学や BRIN とはそれぞれ論文投稿の準備を進めた。

5. 今後の展開

個々の研究の一層の継続により、社会実装を目指しつつ、持続型社会の構築に資する熱帯木質バイオマスの環境対応型持続的生産利用システムの確立に向けて、展開を図る。

6. 引用文献

- 1) Umezawa, T., Lignin modification *in planta* for valorization, *Phytochem. Rev.*, **17**, 1305-1327 (2018).
- 2) Tye, Y.Y., Lee, K.T., Abdullah, W.N.W., Leh, C.P., The world availability of non-wood lignocellulosic biomass for the production of cellulosic ethanol and potential pretreatments for the enhancement of enzymatic saccharification *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **60**, 155–172 (2016).

7. 付記

Sadat Mohamed Rezk Khattab and Takashi Watanabe, Replacing Glycerol-3-Phosphate Dehydrogenase with NADH Oxidase: Effects on Glucose Fermentation and Product Formation in *Saccharomyces cerevisiae*, *Arch. Microbiol.*, **207**, 3 (2025). <https://doi.org/10.1007/s00203-024-04187-x>

Azizatul Karimah, Nyoman Jaya Wistara, Widya Fatriasari, Takashi Watanabe, M. Hazwan Hussin, Green preparations of nanolignin from acid-saccharification-treated sugarcane trash, *Process Biochemistry*, **144**, 266-277 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2024.06.009>

Sadat Mohamed Rezk Khattab, Mohamed Ali Abdel-Rahman, Masato Katahira and Takashi Watanabe, Engineering *Saccharomyces cerevisiae* and controlling conditions for 2,3-butanediol production from glycerol, *Sustainable Energy & Fuels*, **8**, 4297-4310 (2024). <https://doi-org.kyoto-u.idm.oclc.org/10.1039/D4SE00912F>

Fenny Clara Ardiati, Sita Heris Anita, Oktan Dwi Nurhayat, Rayi Mishelia Chempaka, Dede Heri Yuli Yanto, Takashi Watanabe, Britt-Marie Wilén, Evaluation of batch and fed-batch rotating drum biological contactor using immobilized *Trametes hirsuta* EDN082 for non-sterile real textile wastewater treatment, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **12**, 113241 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.113241>

Maulida Oktaviani, Betris Candra Sari Damin, Lisman Suryanegara, Dede Heri Yuli Yanto, Takashi Watanabe, Immobilization of fungal mycelial and laccase from *Trametes hirsuta* EDN082 in alginate-cellulose beads and its use in Remazol Brilliant Blue R dye decolorization, *Bioresource Technology Reports*, **26**, 101828 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.101828>

Toshiaki Umezawa, Masaru Kobayashi, Reza Ramdan Rivai, Masaomi Yamamura, Kiyoshi Yamazaki, Yuki Tobimatsu, Tsuyoshi Tokunaga, Toru Fujiwara, Lydia Pui Ying Lam, Takuji Miyamoto, Yuri Takeda-Kimura, Taichi Koshiba, Rie Takada, Shiro Suzuki, and Masahiro Sakamoto, "Lignin metabolic engineering for sustainable valorization of grass biomass" (Keynote Lecture), 2nd International Lignin Symposium (Kyoto, Japan) Sep 7-10, 2024

Umezawa T (2024) Metabolic engineering of *Oryza sativa* for lignin augmentation and structural simplification. *Plant Biotechnol* 41:89–101. doi:10.5511/plantbiotechnology.24.0131a

Rivai RR, Yamazaki K, Kobayashi M, Tobimatsu Y, Tokunaga T, Toru F, Umezawa T (2024) Altered Lignin Accumulation in Sorghum Mutated in Silicon Uptake Transporter *SbLsi1*. *Plant Cell Physiol.* doi:10.1093/pcp/pcae114

Lilik Astari, Benoit Belleville, Kenji Umemura, Alex Filkov, Barbara Ozarska, Robert H. Crawford: Determination of Physical, Mechanical and Fire Retardancy Properties of Innovative Particleboard Made from Corn Stalk (*Zea mays* L.) Particles, *Journal of Renewable Materials*, Vol.12(10), 1729-1756 (2025) <https://doi.org/10.32604/jrm.2024.054786>

マイクロ波応用によるエネルギーの 輸送・物質変換共同研究

篠原真毅

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：篠原真毅（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：渡辺隆司（京都大学 生存圏研究所）

三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）

今井友也（京都大学 生存圏研究所）

畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）

渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）

西村裕志（京都大学 生存圏研究所）

真田 篤（大阪大学）

西川健二郎（鹿児島大学）

堀越 智（上智大学）

塚原保徳（大阪大学）

樫村京一郎（中部大学）

椿 俊太郎（九州大学）

松村竹子（ミネルバライトラボ）

2. 研究概要

本共同研究の目的は、通常は通信やレーダーで用いられるマイクロ波を、エネルギーとして利用し、ワイヤレスのエネルギー輸送(マイクロ波送電・ワイヤレス給電)や、マイクロ波加熱による物質変換(木質バイオマスからのバイオエタノール、バイオケミカルス生成の高効率化、及び無機系の材料創生)である(図 1)。本共同研究は、生存圏研究所の特色を生かし、マイクロ波工学と化学研究者、及び物質構造解析の研究者が参加することにより、マイクロ波エネルギー応用科学の発展と応用技術開発を目指す。本共同研究は、研究所でこれまで行なわれてきたフラグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」を発展させたものである。本共同研究やこれまで ADAM 共同利用やミッション 2 研究とリンクして行なわれてきたが、今後はさらに METLAB 共同利用やミッション 5-2 等とも協力を深め、生存圏科学の展開を目指す。

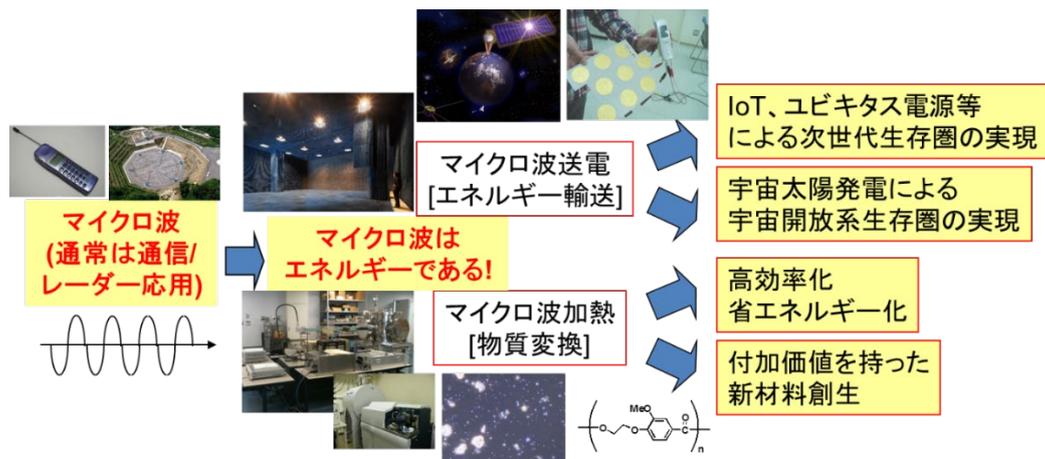


図1 本フラッグシップ共同研究の全体図

3. 研究の背景と目的

これまでのフラッグシップ共同研究では研究所のミッション2やADAM全国共同利用をベースとし、マイクロ波を用いたバイオマス・物質変換の研究を推進してきた。その研究は日本電磁波エネルギー応用学会の活動にも影響を与え、NEDOやCREST等大型研究プロジェクトへと繋がってきた。今後さらにこの共同研究を発展させるべく、マイクロ波のエネルギー的な応用へと範囲を広げ、マイクロ波無線送電等の研究も合わせ、新しい研究領域としてマイクロ波応用によるエネルギーの物質輸送・変換共同研究の確立を目指すべく活動を行なう計画である。このような包括的な取り組みは世界的にも珍しく、生存圏科学ならではの領域設定である。

H23.4-R7.1の主な研究活動の成果は以下の通りである。

[国際] IEEE Wireless Power Transfer Week設立(2011-)と運営。IEEE MTTTS Technical Committee 25 (旧26)設立(2011)と運営(Chair, 2018-2019)。IEEE MTTTS WPT Initiative設立と運営(2020-)。IEEE MTTTS AdCom Elected Member (2022-)。IEEE MTTTS Standard Committee Chair(2023-)。IEEE Fellow受賞(2025)。URSI (Union of Radio Science International) commission D chair (2021-2023)。URSI Fellow受賞(2023)。国際論文誌Wireless Power Transfer発刊(2013-)と運営(Executive Editor)。IEEE MTTTS Distinguish Lecturer(DML; 2016-18)(世界中で10名程) 2016-2018で世界中で54回のDML実施。

[国内] 電子情報通信学会WPT研初代委員長(2014-2015)。SSPS学会設立(2014)と運営(理事長, 2022-)。日本電磁波エネルギー応用学会理事長(2018-2020)、理事

[学外] 内閣府宇宙政策委員会委員(2022 - 2024)、内閣府宇宙政策委員会基本政策部会委員(2020-)、日本学術会議第24-25期URSI分科会特任連携会員。日本学術振興会・電磁波励起反応場R024委員会 設立メンバー・委員 (2020- 旧188委員会(2014-2019))。 (財)J-Spacesystems太陽光発電無線送受電技術委員会 委員長

(2009-)、無線送電実証衛星技術委員会委員長(2024-)。ワイヤレス電力伝送実用化コンソーシアム 代表 (2013-)。ワイヤレス パワーマネジメントコンソーシアム 代表 (2013-)。シンビオ研究会 理事 (2024-)。一般社団法人 海洋インバースダム協会理事 (2014-)

等

4. 研究の成果

今年度は以下の大きな研究プロジェクトに関連して研究を行なった。

- ・2021 年度- 現在 NICT 受託研究「完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術」(ソフトバンク、京都大学、金沢工業大学)において、B5G/6G へのワイヤレス電力伝送(WPT) 拡張機能実装を目指し、2025 年までにミリ波ワイヤレス電力伝送とミリ波通信の連携・融合の基礎検討を完了し、爆発的普及が見込まれる IoT デバイスへの電力利用インフラ構築の礎とすることを目標として研究開発を行っている。京都大学では 28GHz 簡易アレーアンテナの開発、新しい位相制御アルゴリズムの提案と実証、低損失小型移相器の開発を行い、2023 年には無線情報-無線電力融合実証実験にも成功し、2025 年 3 月に最終実証実験を予定している。
- ・2018 年 6 月に京都大学イノベーションキャピタル株式会社を引受先として第三者割当増資等を実施し、マイクロ波無線電力伝送を事業とするベンチャー会社翔エンジニアリングを設立した。さらに次の発展を目指すために、開発リソースの集中を目的として商品開発と受託事業を別会社として独立運営することを決断し、翔エンジニアリングを子会社化して、新たに親会社としてスペースパワーテクノロジー社を 2019 年 5 月 9 日に設立し、発展的改組を行った。平行して増資も行った結果、イノベーション京都 2016 投資事業有限責任組合、合同会社 K4 Ventures、イノベーションC 投資事業有限責任組合、京都市スタートアップ支援投資事業有限責任組合等から増資を受けることとなり、現在で資本金 1 億円のベンチャー会社となった。研究所教授は顧問としてこのベンチャー企業の運営に関与する。
- ・2014-2024 年度 NEDO・ISMA 大型プロジェクト・革新的構造材料における「チタン製錬におけるマイクロ波技術応用の探索」において、中部大学との連携のもとで、合理的な加熱用途マイクロ波技術を開発した。大手鉄鋼メーカーと技術成果の社会実装に向けた検討を開始した。
- ・加熱応用を目的としたマイクロ波照射技術を開発し、セラミクス・粉末冶金・建設分野における新しい適用例を開拓した。得られた基礎学理を専門誌にて公開し、マイクロ波加熱技術の材料創成用途の開発に貢献した。また、マイクロ波と材料間の電気的な相互作用を材料合成に応用する学派(東京医科歯科大・材料研、京大・化研など)と加熱作用を材料合成に応用する学派(電磁波エネルギー応用学会、学振

R024 委員会(旧 188 委員会)など) との研究交流を推進し、マイクロ波を用いた新規な材料合成の流れ創出に寄与した。

- ・マイクロ波反応をバイオマス変換に応用する産学連携研究を推進し、様々なマイクロ波反応装置を設計開発するとともに、大型マイクロ波反応装置を備えたバイオマス変換ベンチプラントを建設した。また、バイオマスからバイオエタノールや機能化学品を生産するプロセスを開発し、ベンチプラントで実証実験を行った。さらに、マイクロ波によるバイオマス変換プロセスを組み込んだタイ、インドネシア、ラオス、日本の 4 カ国からなる国際共同研究 e-Asia 研究を実施するとともに、マイクロ波反応によりバイオマスから抗ウイルス物質や抗腫瘍物質を生産する医農連携研究を進め、論文を出版した。

(主な外部資金プロジェクト)

NEDO バイオマスエネルギー先導技術研究開発 (H17-H20) 選択的白色腐朽菌・マイクロ波ソルボリシスによる木材酵素糖化前処理法の研究開発

NEDO バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (H24-H26) 木質バイオマスからの高効率バイオエタノール生産システムの研究開発

NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業 (H26) 建築廃材からのバイオエタノール生産の技術開発

NEDO 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発 (H24-R1) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

CREST プロジェクト (H23-H28) 電磁波応答性触媒反応を介した植物からのリグニン系機能性ポリマーの創成

NEDO 先導研究プログラム (H30) 分子触媒システムによる木質バイオマス変換プロセスの研究開発

ALCA プロジェクト (H27-H31) 海洋微生物酵素群によるリグニン分解高度化と人工漆材料への展開

e-Asia プロジェクト (H31-R4) サトウキビ収穫廃棄物の統合バイオリファイナリー

他にも多数の共同研究や受託研究を行なっている。

5. 今後の展開

これらの活動を統括し、「マイクロ波応用によるエネルギーの輸送・物質変換」領域を確立する。マイクロ波のエネルギー利用、加熱や無線送電の利用のためには生存圏科学をベースとした国際連携が不可欠である。マイクロ波を含むすべての電波利用は国際的に割り当てが決まっており、商用化を進めようとする電波法の壁に当たる。工学系の科学技術の発展は個別研究や学会の発展だけでは難しく、産業界の支えが必須であり、産業発展のためには国際連携が必要となる。具体的には現在International

Telecommunication Union(ITU)での無線送電の議論に当研究所から日本代表として参加しており、この活動をさらに広げることが生存圏科学の発展に繋がる。ITUでの議論のために米国IEEE学会や米国ベンチャー企業、中国の関係研究機関等とも連携を図っている。また大阪大発ベンチャーであるマイクロ波化学とも連携し、マイクロ波加熱の実用化を促進している。このように、マイクロ波のエネルギー応用のために学会のみならず産業界とも連携し、国際化をはかり、法整備を目指しつつのイノベーションを目指す。

生存圏フラグシップ共同研究 「バイオナノマテリアル共同研究」

矢野浩之

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：栗島修一郎（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：伊福伸介（京都大学 生存圏研究所）

：田中聡一（京都大学 生存圏研究所）

：矢野浩之（京都大学 生存圏研究所）

：北川和男（京都市産業技術研究所）

：仙波 健（京都市産業技術研究所）

（他 40 名）

2. 研究概要

植物は長い進化の過程で、少なくとも陸上に上がってからの 5 億年は、その構造を支える材料として伸びきり鎖（微）結晶で出来たセルロースマイクロフィブリル（図 1）を使ってきた。一方で、5 億年は、セルロースを栄養源とする生物が現れ、大気中の二酸化炭素を吸収固定したセルロースが生分解性物質となっていく時間でもあった。結果として、セルロースは構造材料としての側面と地球環境の大きな CO2 循環システムの一部を担う物質としての側面を有している。

一方、私たち人類は古来より住居の材料や武器、楽器の材料として、また、20 世紀に入ってから木質材料、紙・パルプの利用を通じて、軽くて強いセルロースマイクロフィブリルの恩恵に与ってきた。

人間がセルロースマイクロフィブリル自体を植物細胞壁から取り出し材料として使うことを考え出したのは比較的最近のことであり、京都大学生存圏研究所は 2000 年からセルロースマイクロフィブリル（セルロースナノファイバー、CNF）の製造と利用に関する基礎的研究および社会実装について世界に先駆け取り組んでいる。現在、伸びきり鎖結晶構造を軸として、均一なナノ構造および反応性の達成により機能発現（高付加価値）を目指す機能性 CNF と、優れた力学特性と環境性能の発現を産業資材としてボリュームゾーンで目指す構造用セルロースの二つの流れになっ

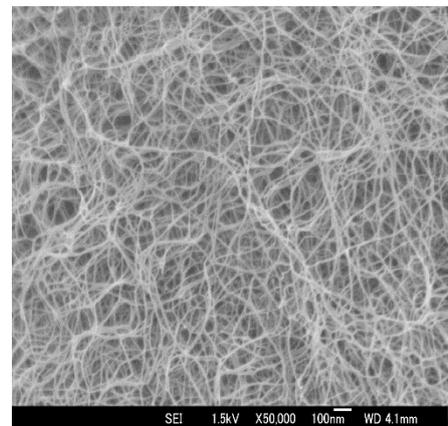


図 1 木材細胞壁中のセルロースナノファイバー。
図中のバーは100nm。

ている。将来的には、この二つが高いレベルで融合し、金属、セラミックス、プラスチックに次ぐ 4 番目の大型工業材料、環境材料になって行くことが期待される。そのためには、原料木材に関する知識から始まり、パルプ化の手法やその解繊技術、化学変性技術、樹脂組成を含む複合化技術、樹脂成型品の射出成形や押出成形、ブロー成形といった加工技術等、まさに森林から街までの長い距離を走りぬく幅広い専門性が求められる。

生存圏研究所では、京都市産業技術研究所と共同で 2004 年から生存圏シンポジウムやナノセルロース塾などを通じて、CNF の構造用途に関する複数の大型プロジェクトの成果を透明 CNF 材料や食品・化粧品添加用 CNF などに関する国内外の最新研究とともに紹介してきた。また、多くの企業と産学共同研究の実績を積んできた。このような活動が評価され、2020 年度から始まった経済産業省事業地域オープンイノベーション拠点選抜制度において”京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点“は CNF 材料の開発、社会実装に関するオープンイノベーションを支援する拠点に選抜され、2023 年度からの延長も決まった。本稿では、フラグシップ共同研究として、その活動について紹介する。詳細については本拠点の HP(<https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/>)を参照いただきたい。

本拠点の主たる活動は、①ナノセルロース塾、ナノセルロースシンポジウム、NEDO 講座を通じた普及活動、②複数の大型プロジェクトで構築した CNF 材料に特化した“バイオナノマテリアル製造評価システム”を活用する生存圏研究所全国共同利用活動、③経産省や環境省の大型プロジェクトによる産学共同研究、④企業や公的研究機関を対象とした技術相談である。これらの活動をナノセルロースジャパンや地域の CNF 拠点と連携して行っている（図 2）。以下に各活動について紹介する。

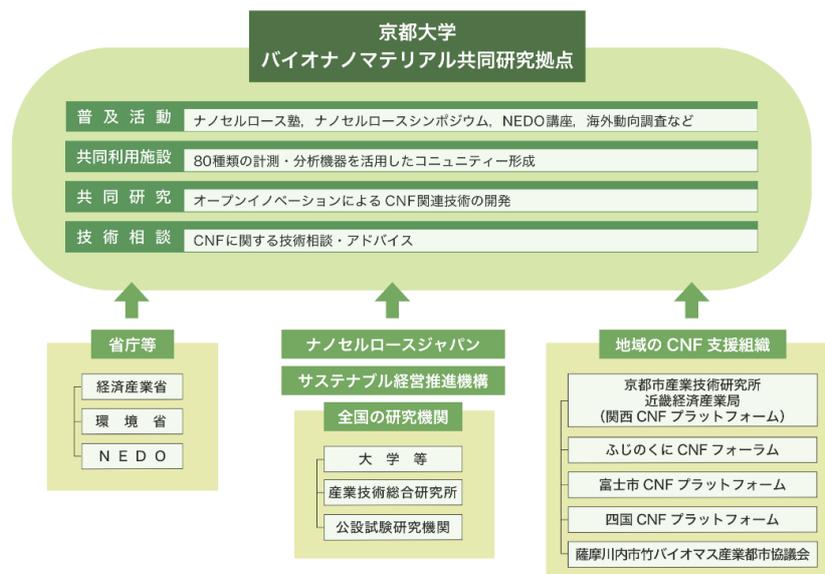


図 2 京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点

3. 全国共同利用設備：CAN-DO

生存圏研究所では、2005年にスタートした大型プロジェクトの中で15年かけてセルロースナノファイバー材料の製造・加工・分析に特化した装置群を導入してきた。その80以上に及ぶ製造装置、分析機器をユニット化し、バイオナノマテリアル製造評価システム(Cellulosic Advanced Nanomaterials Development Organization: CAN-DO)として2021年より、生存圏研究所共同利用設備として提供している。ユニットは、CNF製造ユニット、CNF強化樹脂製造・加工ユニット、CNF化学分析ユニット、CNF構造解析ユニット、CNF材料構造解析ユニット、CNF強化樹脂特性評価ユニットとなっている。CAN-DOの中心には原料の木質バイオマスから始まり自動車・情報家電用材料等の製造までを一気通貫で行う京都プロセステストプラントがあり、各ユニットと組み合わせることで、製造工程ごとに材料の構造・特性を評価しながら新規バイオナノマテリアルの開発に取り組むことが出来る。

4. 産学共同研究

京都大学生存圏研究所では木質科学研究所時代から産学共同研究を積極的に行ってきた。最初は2002年に京都大学が三菱化学、ローム、日立製作所、パイオニア、NTTと共同で立ち上げた有機エレクトロニクスデバイスの開発に関する包括的アライアンスにおけるCNF強化透明樹脂の開発である。この材料については有機EL(OLED)ディスプレイの透明基板への応用について検討し、2004年には数々の処理プロセスの改良を経てバクテリアセルロース補強透明材料上で有機ELを発光させることに成功した。その後、CNFは木材由来CNFへと移っている。これらの成果について拠点HPで紹介している。

CNFの利用でもっとも期待されているボリュームゾーンは、軽量、高強度、低熱膨張という特性を生かした自動車部材や家電部材、建材などの構造用途である。とりわけCNFによる樹脂補強には大きな期待が寄せられている。現在、世界のプラスチック需要量は年間3億トンを超えており、この5%をCNFが占めるとすると、10兆~15兆円の市場になる。

京都大学生存圏研究所では、京都市産業技術研究所と共同で、構造用CNF材料の開発に関する産学共同研究を2005年の経済産業省地域新生コンソーシアムから始め現在まで20年間にわたり切れ目なく行っている。その中で、パルプ直接混練法“京都プロセス”が開発された。また、3年半かけてCNF材料を出来るだけ多く使用したクルマ、ナ



図3 ナノセルロースヴィーク

ノセルロースヴィークルを試作し、2019年末に走行テストを行った（図3、図4）。その結果、CNF材料の使用により一般的な車に比べ16%軽量化し燃費は11%向上することが明らかになった。これらの一連の研究成果はナノセルロースシンポジウムで毎年紹介するとともに、その要旨集や各プロジェクトの報告書を拠点HPで公開している。また、NCVは現在、宇治キャンパス内、総合研究実験棟のエントランスで展示している。

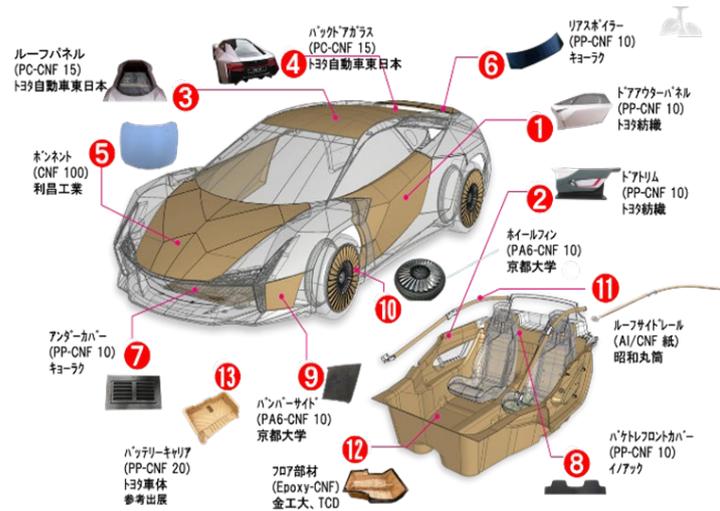


図4 NCVに使用したCNF材料

2018年（平成30年度）には、プロジェクトに参加している星光PMC（株）が京都プロセスに基づく商用プラントを建設し、そこで生産される変性CNF補強プラスチックを平成30年6月にアシックスがランニングシューズのミッドソールに使用し、これまでに世界中で1000万足以上を売り上げている。また、2023年にはヤマハ発動機（株）が同じくプロジェクト参加企業である日本製紙（株）が建設したプラントで生産される変性CNF補強プラスチックを水上バイクのエンジンカバーに採用し、世界で初めて移動体への商用化が実現した。



図5 世界的テニスプレーヤ、ノバク・ジョコビッチ監修のモデル。ミッドソールにCNF強化樹脂を採用



図6 ヤマハ発動機が水上バイクのエンジンカバーに日本製紙（株）が京都プロセスで製造したCNF強化PPを採用（移動体へのCNF材料実装は世界初）

2020年4月から現在まで行った主な共同研究プロジェクトは下記の通りである。

・**脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業（2020年度～2021年度、環境省）**

研究課題「京都プロセスで製造したアセチル化セルロースナノファイバー強化バイオPEの社会実装評価」

（株）デンソー、トヨタ紡織（株）、東京大学、京都市産技研と共同で様々な樹脂組成でアセチル化CNF補強バイオPEを開発した。実大の自動車用エアコンケースおよびエアクリーナケースを試作し、現行のタルク強化PPをアセチル化CNF補強バイオPEに置き換えることで温室効果ガス排出を低減できることを明らかにした。

・**令和2年度セルロースナノファイバー適用部材拡大のための課題解決支援事業委託業務（2020年度、環境省）**

サステイナブル経営推進機構、京都市産技研と共同で、自動車部材、事務機器部材、家電部材、文房具、日用雑貨など用途に応じてカスタマイズしたCNF補強PP、PA6を21社に提供し性能評価を行った。

・**令和3年度～令和6年度脱炭素革新素材セルロースナノファイバー普及のための課題解決支援事業委託業務（2021年度～2024年度、環境省）**

温室効果ガス排出の削減に資するCNF材料の実装に向けて、引き続きサステイナブル経営推進機構、京都市産技研と共同で、用途に応じてカスタマイズしたCNF強化PP、PA6を59社に提供し、性能評価を行っている。並行して、CNF材料の普及活動として、毎年、全国5か所以上でNCVやプロジェクト成果を中心に展示やセミナーを行っている。

・**令和3年度～令和5年度 環境総合研究推進費（2021年度～2023年度、独立行政法人環境再生保全機構）**

研究課題「セルロースナノファイバー補強によるバイオマスプラスチック用途拡大の推進」

サステイナブル経営推進機構、京都市産技研と共同で代表的なバイオプラスチック4種（バイオPE、PLA、PBS、PHBH）について、用途に応じてカスタマイズしたCNF補強を行い、性能を評価した。並行して17社へのサンプル提供を通して、それぞれの性能課題をCNF補強により解決するための材料組成検討と実証を行った。CNF強化バイオPEを使用した文房具が上市された（図7）。

・**「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクト（2020年度～2024年度、新エネルギー・産業技術総合開発機構）**

研究課題「高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発」

星光PMC（株）と共同で、CNF補強によるPP樹脂の性能向上を低コストで行うための相溶化剤開発を行っている。



図7 商品化したCNF強化バイオPEを用いた番号札とカード立てのカタログ
(上山製作所(株))

・「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクト
(2020年度～2024年度、新エネルギー・産業技術総合開発機構)

研究課題「CNF補強によるPA6およびPP樹脂の性能向上を低コストで行うためのプロセス開発」

日本製紙(株)、京都市産技研と共同でPA6およびPP樹脂の補強を目的に、変性パルプの解繊促進技術を開発している。

・「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクト
(2020年度～2022年度、新エネルギー・産業技術総合開発機構)

研究課題「CNF/塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立」

大洋塩ビ(株)、京都市産技研と共同でCNF補強による塩化ビニルの性能向上を低コストで行うためのプロセスを開発した。

5. 成果の発信、等

1) 2004年よりナノセルロースシンポジウムを、2021年よりバイオナノマテリアルシンポジウムをそれぞれ毎年開催し、国内外のCNFの最新研究成果、実用化状況を紹介している。近年は対面とオンラインのハイブリッドで開催し、1000名を越える参加者を得ている。コロナ禍の時期は共同研究プロジェクト室(HW502-503室)から配信を行った。

2) 20名規模でCNFの基礎から応用までを計20日間の実習と座学を通じて習得するNEDO・CNF人材育成講座を2020年3月～2024年3月まで開講(東京大学、京都市産技研、産総研と分担)。共同研究プロジェクト室(HW502-503室)にパネルや実大部品を展示し、座学の会場に使用した。

3) ナノセルロース塾を100名規模で2018年より開講している。対面とオンラインのハイブリッドで年6-8回開催。参加者全員の自己紹介プレゼンを通じ、CNF材料を製造する企業とユーザー企業の異業種ネットワーキングを進めている。

宇宙生存圏におけるエネルギー輸送過程に関する共同研究

海老原祐輔，小嶋浩嗣，大村善治
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：小嶋浩嗣（京都大学 生存圏研究所）

大村善治（京都大学 生存圏研究所）

田中高史（九州大学）

加藤雄人（東北大学 理学研究科）

2. 研究概要

本共同研究の目的は、太陽風からオーロラ及び放射線帯に至るエネルギー輸送過程を明らかにし、地上の送電網やパイプラインなどへの影響を評価することにより生存圏の安心・安全の担保に貢献することにある。

3. 研究の背景と目的

オーロラ爆発は地球近傍の宇宙空間を流れる大電流によって引き起こされる壮麗な現象であるが、その誘導電流で地上の送電網やパイプラインなどに悪影響を及ぼすことが知られている。また、地球の磁場は太陽や銀河から飛来する有害な宇宙線から守ってくれる反面、高エネルギー粒子を捕捉して放射線帯を形成し、そこを通過する宇宙船や宇宙飛行士に被害を与えるという副作用がある。

オーロラや放射線帯のエネルギー源は全て太陽風と呼ばれる太陽から吹き出すプラズマにある。太陽風のエネルギーが地球磁気圏に取り込まれ、複雑なエネルギーの輸送・変換過程を経て、オーロラの発生や放射線帯に至る。オーロラ爆発の規模は何が決めるのか、いつ放射線帯が強まるのかを知ることは生存圏の安心・安全を担保する上で重要であるが、明確な答えが得られていない。太陽風とオーロラまたは放射線帯との間に明確な相関関係がないように見えるのは、エネルギー変換・輸送過程が極めて複雑であることを暗示している。本研究では、衛星観測と計算機シミュレーションを駆使して、太陽風からオーロラ・放射線帯へのエネルギーの流れと物理過程の理解を目指す。

4. 研究の結果および考察

内部磁気圏のエネルギー輸送・放射線帯形成過程に関与するプラズマ波動の研究

ホイッスラーモード・コーラス放射や電磁イオンサイクロトロン(EMIC)波は地球の内部磁気圏で頻繁に観測される電磁波であり、磁気圏尾部から注入される高エネルギーの電子やプロトンによって励起される。コーラス放射の発生過程において高エネルギー電子の一部は非常に効率よく相対論的エネルギーまで加速されて地球放射線帯を形成している。EMIC波は相対論的電子と異常サイクロトロン共鳴してピッチ角散乱により相対論的電子を極域大気へ降下させて、放射線帯の消滅過程に関与している。2024年度は、前年度までに行ったコーラス放射の計算機シミュレーションにおけ

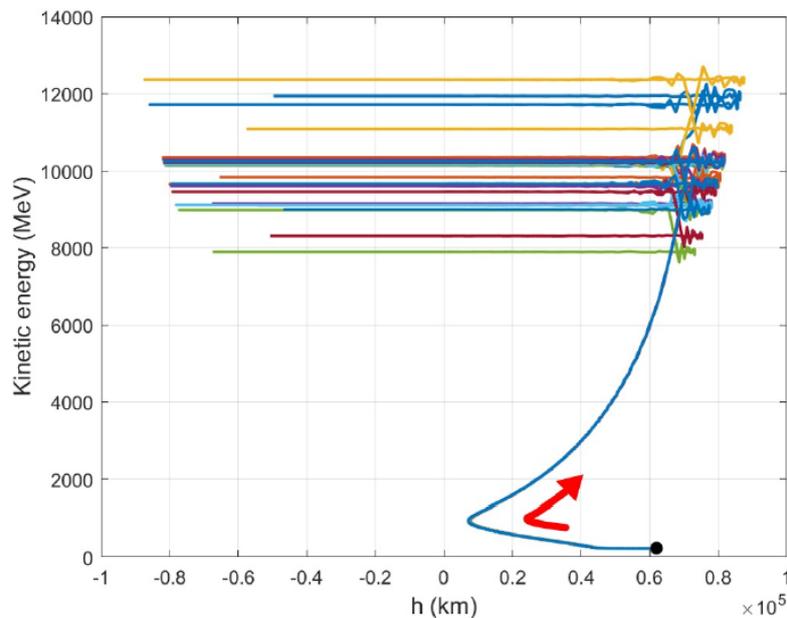


図 1: 木星内部磁気圏 ($R = 2R_J$, R_J :木星半径) の磁気赤道面付近において EMIC 波とサイクロトロン共鳴するプロトンの加速過程のテスト粒子シミュレーション。EMIC 波がつくる電磁ポテンシャルに捕捉された 8 つのプロトンの共鳴速度の符号が磁気赤道面付近で反転して速度が遅くなるためにサイクロトロン共鳴が長く継続し、5 秒間で 240 MeV から 10 GeV まで効率よく加速されている (Sekine et al., 2024)。

る共鳴粒子の非線形捕捉過程がコーラス放射の振幅変動を引き起こしていることを検証した (Chen et al., 2024)。このコーラス放射と同様の原理で EMIC 波も磁気赤道付近で発生している。EMIC 波は高エネルギーのプロトンとのサイクロトロン共鳴によって励起されるが、共鳴プロトンの一部は加速される。この加速過程は強い固有磁場をもつ木星磁気圏において顕著に起こることが予想されるため、そのテスト粒子シミュレーションを実行し、木星固有の強いダイポール磁場中のサイクロトロン共鳴によって高エネルギープロトンが相対論的エネルギーにまで加速されることを検証した (Sekine et al., 2024)。磁気圏ではコーラス放射や EMIC 波よりも低い周波数 (mHz) 帯の周波数を持つ ULF 波動と呼ばれる電磁波も発生している。高エネルギー

粒子は磁気圏のダイポール磁場の中でサイクロトロン運動をしながら磁力線に沿って南北に振動するバウンス運動と同時に磁力線を横切って東西にドリフトするドリフト・バウンス運動を行っているが、この粒子とULF波動はドリフト・バウンス共鳴して粒子の加速・拡散を引き起こしている。このドリフト・バウンス共鳴過程も、コーラス波やEMIC波の波動粒子相互作用と同様に非線形な振子方程式で記述出来て、対流電場や太陽風による磁気圏圧縮によってULF波動と高エネルギー粒子との間で有効なエネルギー交換がなされることを理論的に示した (Li et al., 2024)。

磁気圏における大局的なエネルギー輸送、沿磁力線電流、磁気圏対流の関係

磁気圏対流は放射線帯を含む地球近傍の宇宙空間（内部磁気圏）の粒子環境を理解する上で重要である。高温プラズマを夜側プラズマシートから内部磁気圏に運び、環電流が発達することで中低緯度における地磁気の乱れ、すなわち磁気嵐の原因となるからである。また、放射線帯変動の鍵となるホイッスラーモード・コーラス波の励起に必要な熱い電子の輸送も対流電場が支配していると考えられており、放射線帯変動を理解する上で重要である。また、磁気嵐やサブストームがおこると、極域の電離圏（一部が電離した超高層大気）では100万アンペア近くの電流が流れ、極域の地磁気を乱す。このとき電離圏では 10^{11} W以上もの膨大なエネルギーがジュール熱として散逸する。このエネルギーの源は太陽風にあるが、その輸送過程はよく分かっていない。また、極域を流れる電流は巨視的な沿磁力線電流と接続し、磁気圏と電離圏が一体となった電流系を形成している。これまで、磁気圏対流、太陽風からのエネルギー輸送、沿磁力線電流はこれまで個別に扱われ、研究されていた。しかし、電磁流体シミュレーションによって、これらは互いに強く結びつき、表裏一体の関係にある可能性が示唆された⁴⁾。図2は磁気圏を夕側から俯瞰したもので、黄色の線は磁場エネルギーの流れを示す。太陽風から流入した磁場エネルギーは螺旋を描きながら極域に向かうことが分かる。螺旋の中心には領域1型沿磁力線電流が流れ、極域を含め汎地球規模で流れる電流と接続している。螺旋を描くのは磁気圏が捻れているためであり、磁気圏が捻れていることは沿磁力線電流が流れていることを意味する。黄色の線から伸びる8本の線は磁力線を示している。黄色の線は対流を表しているとする、対流とともに磁力線が開磁場から閉磁場、そして開示場に変遷していることが分かる⁵⁾。厳密に言えば異なる点があるが、大局的にはDungey (1961)モデルと調和的である。内部磁気圏で観測される対流も説明可能かについては、詳細な検討が必要である。

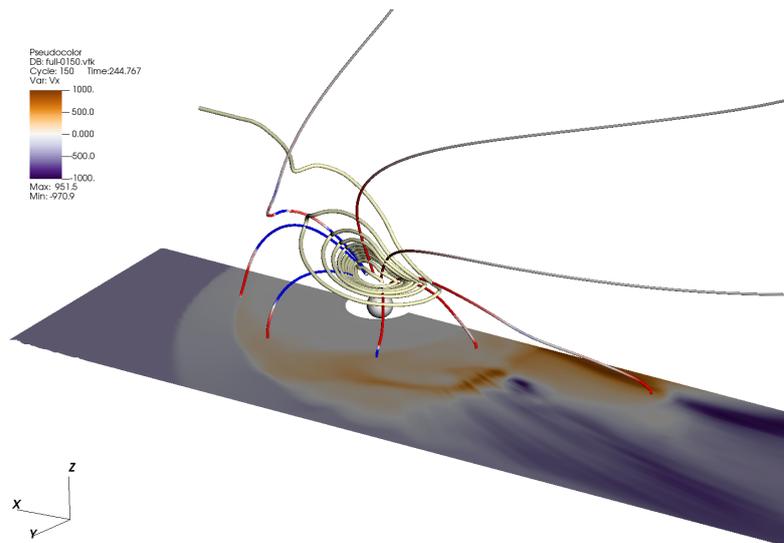


図 2：大局的なエネルギー輸送、沿磁力線電流、プラズマ循環の一体性を示す模式図。(左) 赤色と青色の線は電場、桃色の線は変動磁場、オレンジ色の線は電流、(右) オレンジ色の線は磁力線、青色の線は磁場エネルギーの流れを示している

5. 今後の展開

これまでの放射線帯の波動粒子相互作用のモデリングは、電子加速過程と電子散乱過程に分かれて研究を行ってきたが、実際に磁気圏では、これらの過程が同時に進行していることが予測される。相対論的電子のコーラス波動による加速過程と E M I C 波によるピッチ角散乱過程の両方を取り入れたテスト粒子計算を行い、グリーン関数のデータベースを充実させ、様々な磁気圏の変動パターンにおいて実際に観測されている放射線帯の電子フラックスの変動を再現することを目指す。

太陽風・地球相互作用を解くことができるグローバルなシミュレーション、異なるプラズマ領域が接合した領域を解くことができるローカルなシミュレーション、イオンや電子の分布関数を解くことができる移流シミュレーションを組みあわせ、太陽風から電離圏、内部磁気圏に至るエネルギーの流れを明らかにし、オーロラ、放射線帯、リングカレント変動など磁気圏でおこる様々な擾乱現象を包括的にとらえていきたい。

6. 発表論文

- 1) Chen, H., Wang, X., Chen, L., Zhang, X., Omura, Y., Chen, R., Hsieh, Y., Lin, Y., and Xia, Z. (2024), Nonlinear electron trapping through cyclotron resonance in the formation of chorus subpackets, *Geophysical Research Letters*, 51, e2024GL109481.
- 2) Sekine, T., Omura, Y., Summers, D., Hsieh, Y., and Nakamura, S. (2024), Particle acceleration in Jupiter's ion radiation belts by nonlinear wave trapping, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129, e2023JA031879.

- 3) Li, L., Zhou, X., Omura, Y., Zong, Q., Liu, Y., Rankin, R., et al. (2024), Nonlinear drift-bounce resonance between charged particles and ultralow frequency waves, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 129, e2024JA032742.
- 4) Ebihara, Y., and T. Tanak (2024), Generation mechanism of Region 1 field-aligned current and energy transfer from solar wind to polar ionosphere, *Reviews of Modern Plasma Physics*, 8:20, doi:10.1007/s41614-024-00154-7.
- 5) 海老原祐輔, 極地研電子ライブラリー「オーロラ物理学」, 第5巻 沿磁力線電流とエネルギー輸送, 出版作業中.

7. 付記

日本学術振興会 科研費基盤研究 (S) 「惑星放射線帯消失モデルの実証と能動的制御方法の開拓 (2023~2027 年度) 代表: 加藤雄人 (分担者: 大村善治)

日本学術振興会 科研費基盤研究 (A) 「極域における地球電離大気流出のエネルギー源」(2021~2024 年度) 代表: 小嶋浩嗣

日本学術振興会 科研費基盤研究 (B) 「究極の太陽風-地球連結シミュレーションで解き明かす極限的な放射線帯変動」(2024~2028 年度) 代表: 海老原祐輔

赤道ファウンテン

山本 衛

京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：山本 衛（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：橋口浩之（京都大学 生存圏研究所）

横山竜宏（京都大学 生存圏研究所）

Albertus Sulaiman（インドネシア国立研究革新庁（BRIN）

気候・大気研究所（PRIMA）

小川泰信（国立極地研究所）

塩川和夫（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）

吉川顕正（九州大学 理学研究院）

2. 研究概要

本課題では、太陽エネルギー（太陽放射と太陽風）が地球に流入する過程、ならびにそれに対する地球の大気圏・宇宙圏（電離圏・磁気圏を含む）の応答過程について、レーダー観測を中心に、地上観測網、衛星データ解析および数値モデル研究を活用して解明する。オールジャパンで推進している大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の一部でもある。この大型研究計画は、(1)赤道ファウンテン、(2)極域電離圏・磁気圏、(3)太陽風観測望遠鏡、(4)全球観測、(5)IUGONET、で構成されており、本課題では(2)～(5)との協力によりプロジェクトを総合的に推進する¹⁾。また日本学術会議の「大型研究計画マスタープラン」において、2014年、2017年、2020年に連続して重点大型研究計画の認定を得てきた。

本課題では、これまで赤道大気の長期観測により蓄積された知見を基礎に、イノベーションを推進することで社会還元を目指す。また大気環境の多様・大量の観測データベースを、日本が中心に推進している WDS (World Data System) から公開し、地球科学の分野での Big Data の実例を目指す。地表付近の環境変動の影響が超高層大気では増大して現れるため、長期観測結果は特に温暖化の環境監視等の変化予測に貢献する。いずれも当研究所が目指す方向性と一致しており、国際化とイノベーションの両方の強化に資すると考えられる。

3. 研究の背景

太陽地球結合系におけるエネルギーと物質の流入、再配分、輸送に関する定量的理解を目指すには、個別の領域研究を融合した end-to-end システムの総合的研究の推進が重要である¹⁾。生存研は特に、インドネシアにおけるフィールド観測をもとに、以下に説明する「赤道ファウンテン」の研究を国際的に先導している。

大気の全高度域に現れるエネルギー・物質フローの概念図を図1に示す。太陽からの放射エネルギーは赤道域の地表を暖め活発な積雲対流を生み大気波動を発生する。大気波動のエネルギーと運動量は中層大気を上方伝搬し電離圏まで到達するが、その過程で大気圏、宇宙圏に重要な影響を与えている。一方、全球の地表から放出される大気物質は、対流圏で積雲や巻雲の生成・発達に寄与し、赤道域の対流圏界面を通過して中層大気に噴出さ

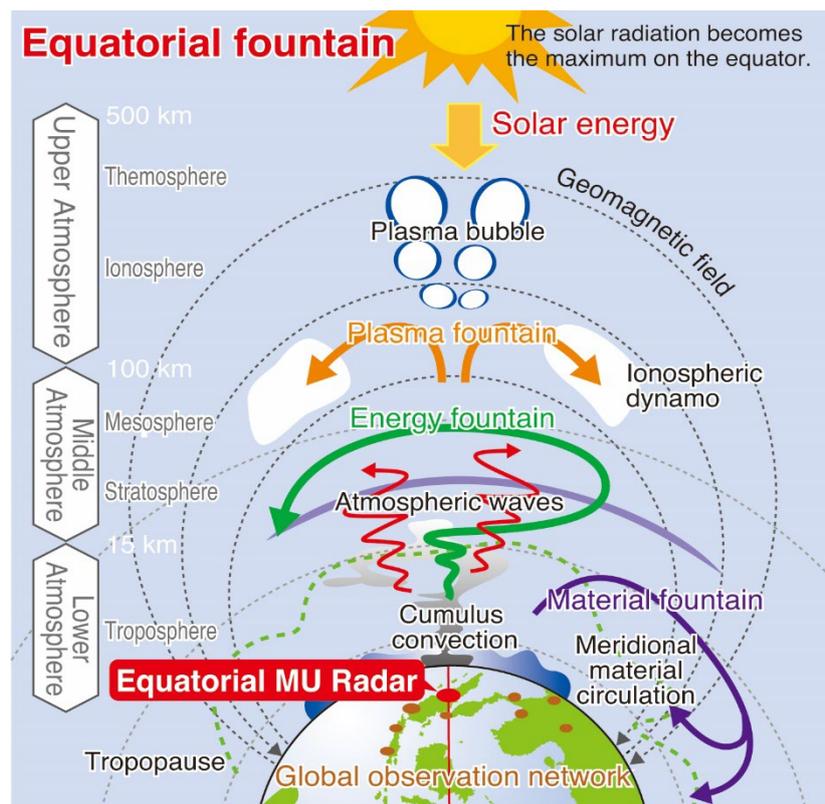


図1：赤道ファウンテン概念図

れ、中高緯度まで広く循環する。以上のプロセスを、赤道を中心とする「赤道ファウンテン」としてとらえ、解明していくことが重要である¹⁾。

日本は世界で唯一、中緯度(MUレーダー)、南極昭和基地(PANSY)、低緯度(赤道大気レーダー)全てに大型レーダーを有する。北極でも、欧州以外から初めて EISCAT 科学協会に加盟し研究・運営に参画してきた。本課題に関わる2つの大型レーダー(EMUレーダーと EISCAT_3Dレーダー)は、アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナを技術基盤とする。これは1984年完成のMUレーダーを源流とし、電気・電子・通信分野の卓越したイノベーションとしてIEEEマイルストーン等の榮譽を受けている^{2), 3), 4)}。日本は広域観測にも強く、流星・MF・VHFレーダー観測網、磁気経度210度と磁気赤道沿いの地磁気観測網を有し南米やアフリカにも展開中である。さらに、これらの観測により収集される大量のデータのメタデータ情報を共有し、データベースの共同利用を推進するシステム(IUGONET)も大学間連携事業として運用している。

4. プロジェクトの状況

我々は、インドネシアで赤道大気研究を1980年代よりインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)他と共同で実施してきた実績を有しており、2001年から赤道大気レーダー(EAR: Equatorial Atmosphere Radar)を共同運用してきた。これまで数多くの研究成果を論文として公表している⁵⁾。2021年にインドネシア側の大規模な組織変更があり、現

在は国立研究革新庁（BRIN）傘下の気候大気研究所（PRIMA）が EAR 運営に関する対応機関となった。現在、EAR 運営協定書の改訂を進めている。

本課題では、EAR を中心とする共同利用・共同研究を推進し、新たに赤道 MU（EMU: Equatorial Middle and Upper atmosphere）レーダーの実現を目指す。EMU レーダーに向けた努力として、インドネシア科学技術大臣と 2 回にわたって面談した結果、LAPAN が責任対応組織として指示され、覚書が 2014 年に交わされた。2016 年 8 月に EAR 15 周年記念行事をジャカルタにおいて開催した際にもインドネシア政府との議論を行い、さらに在インドネシア日本大使館に対して計画の説明を行った。レーダー設置場所の調査や許認可関係の準備、八木アンテナの試作などの準備も実施している。2019 年 3 月にバンドンにおいて赤道大気研究に関する国際スクールを参加総数 170 名規模で成功裏に開催した。2021 年 9 月には EAR の 20 周年記念行事とシンポジウムをオンライン開催し、関連研究のプロモーションを実施した。

本研究は大型研究課題「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に直結している。生存研がインドネシア・西スマトラ州に EMU レーダーを設置する一方、国立極地研究所と名古屋大学宇宙地球環境研究所（ISEE）が連携し、国際協力によりスカンジナビア北部に EISCAT_3D（European Incoherent Scatter 3 Dimensional）レーダーを建設する。同時に ISEE と九州大学国際宇宙惑星環境研究センター（i-SPES）を中心に、赤道から極域までをつなぐ広域地上観測網を構築する。さらに ISEE による次世代太陽風観測望遠鏡の新規導入を含めることで、太陽近傍から地球大気までを一気に観測する地上設置型の観測システムを構築する計画とした。観測システムからのデータを IUGONET によって集約・利用して行く。国際的な賛同を得ている優れたプロジェクトであり、これまで日本学術会議のマスタープラン 2014、2017、2020 の全てで重点大型研究計画に採択された^{6),7)8)}。2023 年度には、日本学術会議がマスタープラン後継として始めた「未来の学術振興構想」に採択された⁸⁾。しかしながら、未だ文部科学省のロードマップへの採択は実現していない。今後も、周辺状況の変化をとらえて計画を修正しつつ、予算獲得を目指していく。

5. 今後の展開

EMU レーダーは完成すれば全国・国際共同利用に供する。本課題は「生存圏アジアリサーチノード」の発展形である。生存圏科学の国際化の強化に貢献していく。

本課題に関連する研究コミュニティは、学内では理学、情報学、工学研究科、宇宙総合学研究ユニット、国内では極地研、名大、九大、東北大等を密接に協力しており、国立極地研と名古屋大学宇宙地球環境研とともに共同利用体制を整備している。

6. 引用文献

- 1) Tsuda, T., M. Yamamoto, H. Hashiguchi, K. Shiokawa, Y. Ogawa, S. Nozawa, H. Miyaoka, and A. Yoshikawa (2016), A proposal on the study of solar-terrestrial coupling processes with atmospheric radars and ground-based observation network, *Radio Sci.*, 51,

- 1587-1599, doi:10.1002/2016RS006035.
- 2) IEEEマイルストーン : The MU (Middle and Upper atmosphere) radar, 1984
[http://ethw.org/Milestones:The_MU_\(Middle_and_Upper_atmosphere\)_radar,_1984](http://ethw.org/Milestones:The_MU_(Middle_and_Upper_atmosphere)_radar,_1984)
 - 3) 電子情報通信学会マイルストーン「MUレーダ」(項番B-62)
http://www.ieice.org/jpn/100th/ieice_milestone_booklet.pdf
 - 4) 電気学会第11回でんきの礎「MUレーダー(中層超高層大気観測用大型レーダー)」、<http://www2.iee.or.jp/ver2/honbu/30-foundation/data02/index11.php>
 - 5) 赤道大気レーダー等関連論文リスト:全369編
http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear/EAR_paper_list.html
 - 6) 日本学術会議 マスタープラン2014
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t188-1.pdf>
 - 7) 日本学術会議 マスタープラン2017
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-23-t241-1.html>
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t241-1-19.pdf>
 - 8) 日本学術会議 学術の大型研究計画に関するマスタープラン2020(公表文書)
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-24-t286-1.html>
 - 9) 日本学術会議 未来の学術振興構想(2023年版)、
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-25-t353-3.html>

7. 付記

本課題に関連する主な研究プロジェクト(種別、課題名、代表者、期間)

基盤研究(A)「赤道域における積雲対流と大気重力波の国際共同観測」津田敏隆、1999-2000.

特定領域研究「赤道大気上下結合」計画研究「赤道域の大気波動の四次元構造とエネルギー輸送の研究」津田敏隆、2001-2006.

特定領域研究「赤道大気上下結合」計画研究「赤道大気レーダー長期連続観測による赤道大気波動の解明」山本衛、2001-2006.

JSPS アジアアフリカ学術基盤形成事業「赤道大気圏のアジア域地上観測ネットワーク構築」津田敏隆、2008-2010.

特別経費「超高層大気長期変動の全球地上観測根ネットワーク観測・研究(IUGONET)」津田敏隆、2009-2014.

基盤研究(A)「中間圏・下部熱圏における大気波動のレーダーネットワーク観測」津田敏隆、2010-2014.

JST 科学技術戦略推進費「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」山本衛、2010-2012.

基盤研究(B)「インドネシア海洋大陸における雨滴粒径分布の地上ネットワーク観測」橋口浩之、2011-2013.

JSPS 二国間交流事業共同研究・セミナー「大型大気レーダーによる赤道大気上下結合の日本インドネシア共同研究」山本衛、2014-2016.

基盤研究(A)「新・衛星=地上ビーコン観測と赤道大気レーダーによる低緯度電離圏の時空間変動の解明」山本衛、2015-2019.

京都大学全学経費(特別協力経費)「赤道 MU レーダー実現に向けた国際研究集会・国際レーダースクール開催」、2018-2019.

基盤研究(A)「レーダー観測網・複数衛星・モデル計算を総合した赤道域電離圏変動特性の国際共同研究」山本衛、2020-2025.

炭素安定同位体を用いた樹木炭素蓄積量に影響する要因の解明Ⅱ

1. 研究組織

代表者氏名：田邊智子 (京都大学 生存圏研究所)

共同研究者：鈴木(張)春花 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構森林総合研究所)

：香川聡 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構森林総合研究所)

：今井友也 (京都大学 生存圏研究所)

：檀浦正子 (京都大学大学院 農学研究科)

：高橋けんし (京都大学 生存圏研究所)

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

樹木の炭素固定量とその気候応答解析は全球的な喫緊の課題である。従来の研究では、ある高さの幹の肥大量を指標とし、気候との関係を網羅的な統計解析により指摘するに留まっていた。本研究の目的は、樹木成長量に直接影響を与える光合成期間を特定することにある。幹と枝の伸長量と肥大量に着目し、成長期間をフェノロジーで区切ったうえで、 $^{13}\text{CO}_2$ を用いたラベリング実験を繰り返すことで、各成長に使われる炭素がいつの光合成に由来するかを明らかにした。樹木成長量の気候応答解析の際に着目すべき期間を、根拠を持って提示できるようになることが期待できる。今後起こるとされる環境変動に対して、樹木成長量がどのように変化し得るかといった予測への直接的な貢献に繋がることから、ミッション1：環境診断・循環機能制御に関わる研究課題である。

4. 研究の背景と目的

人為由来で放出された CO_2 は陸域と海域が吸収し、残りが大気に蓄積される。過去 80 年間において、人為由来の CO_2 放出量と海域による吸収量はほぼ一定の右肩上がりを示すが、陸域による吸収量は顕著な年変動を示し、誤差範囲も一番大きい¹⁾。したがって、全球的な炭素循環予測を改善するためには、陸域の巨大な炭素プールである森林の炭素蓄積能を確からしく推定することが不可欠である。

樹木は光合成により大気中の炭素を吸収する。取り込まれた炭素は、分裂組織の異なる伸長成長と肥大成長というふたつの成長に使われると長期間樹体内に蓄積される。そのため樹木成長量は、地球の炭素循環を考えるうえで長期的に炭素を留めておく要素の一つとして重要である。樹木成長量の年変動は、幹の高さ 1.3 m (胸高) の肥大量を指標とした評価が主流であり、それらと気象要素との網羅的な統計解析

により、成長量に影響しうる気象要素の抽出が行われてきた²⁾。

一方で、胸高の幹肥大量の多い年に、幹伸長量や枝肥大量も多いとは限らない^{3,4)}。つまり、ある一つの高さの幹肥大量では、個体全体の成長量の年変動を正しく評価できていない可能性がある。またこれまでは月別の気象データを用いた解析が踏襲されてきたが、同じ月でも上旬と下旬では成長段階が異なるため、月別の期間は樹木の成長開始や停止といった成長フェノロジーと対応していない。

本研究の目的は、幹枝の伸長と肥大を対象に、成長量を左右する光合成期間を特定することにある。フェノロジーに基づいて期間を区切り、炭素安定同位体を用いたラベリング実験を繰り返し行うことで、各期間の光合成産物の動きを追跡した。樹木の時間軸で期間を区切ることで、成長量を左右する光合成期間に関して生態学的意味のある期間を提示することを目指す。各成長量に直結する光合成期間が分かれば、その間の気温や日射量といった環境要因が各成長量に大きく関与していることが示唆される。

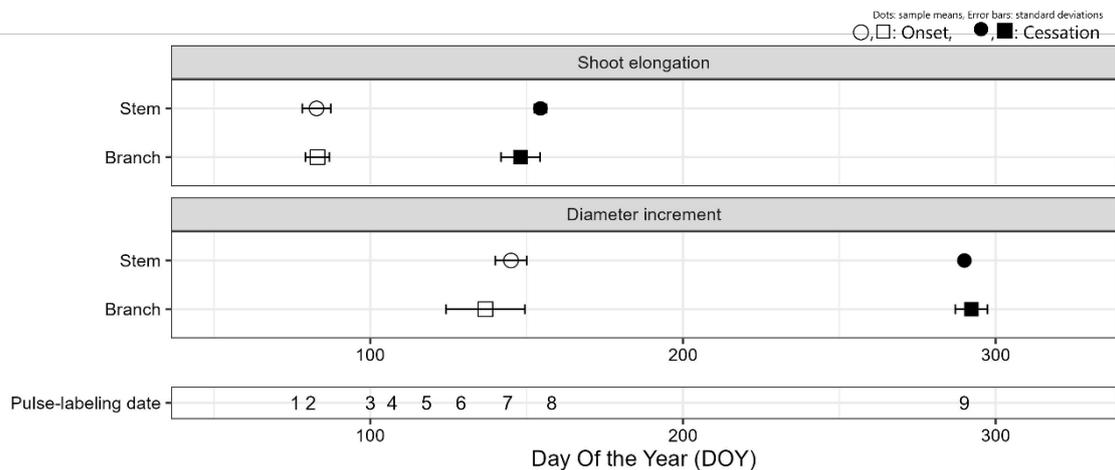


図1：実験の全体像。上段）幹枝の伸長開始日および停止日、中段）幹枝の肥大開始日および停止日、下段）計9回のラベリング実験実施日

5. 研究の結果および考察

京都大学北白川試験地（京都府京都市左京区）にて3年生のモミ（*Abies firma*）80個体を育てた。フェノロジーは5個体の幹枝を対象に2023年の伸長・肥大期間を計測した。肥大量は、幹の地際から5 cm位置および樹冠下部の一次枝基部にマイクロデンドロメーター（MIJ-02LMS; Environmental Measurement, Fukuoka, Japan）を装着して直径変化をロガーに記録した。伸長量は、幹および樹冠上部の一次枝と樹冠下部の一次枝を対象とし、試験地へ通り物差しで当年枝長を計測した。炭素安定同位体を用いたラベリング実験は、¹³Cをトレーサーとして使用した。大型ビニール袋で供試個体を覆い、高濃度の¹³CO₂を内部に暴露することで、光合成により葉から¹³Cを吸収させた。ラベリング実験は2023年春から冬に、異なる個体へ計9回実施した。

供試個体は2024年秋に伐採した。2023および2024年に作られた髓と木部を切り分けた。茨城県牛久市森林総合研究所の元素分析装置（NCS2500, EA/NA 1110, CE instrument Thermo Quest, Italy）および安定同位体質量分析計（MAT252, Finnigan MAT, Bremen, Germany）を用いて同位体分析を行い、取り込まれた炭素が伸長または肥大成長に使われたかを調べた。

肥大成長は幹枝ともにシュート伸長の停止後に開始した。幹枝の伸長と肥大の開始前に固定された炭素（図1, ラベリング1回目）は、どの成長にも使われていなかった。幹枝の伸長は伸長期間中の光合成で得た炭素が使われ、枝肥大は枝肥大開始前と肥大期間中、幹肥大は幹肥大期間中の光合成で得た炭素が使われていた。また幹枝の肥大停止直前（図1, ラベリング9回目）に固定された炭素は、翌年2024年の枝伸長成長に使われていた。これらを踏まえ、各成長は異なる時期の光合成量に影響されていることが示唆された。

6. 今後の展開

本研究で扱ったモミは、頂芽優勢の傾向が強く分岐も規則的であるため、他樹種よりも樹体内炭素分配の仕組みが単純であることが予想される。今後は同じマツ科常緑針葉樹のトウヒやシラビソ、マツ科落葉針葉樹のカラマツを対象に同様の研究を行うことで、樹種特異的な炭素分配機構を明らかにする予定である。特にトウヒやカラマツは高緯度地域の森林限界付近で広く優占する樹種であるため、モミと比較することで、より低温の環境下で生育可能な樹種の特性が明らかになることが見込まれる。またモミ属は国内外の広域に分布するため、他地域に生育するモミおよびモミ属の他樹種を対象とすることで、温暖化が進んだ場合の樹木炭素蓄積量の推定等にも寄与できると考えている。

7. 引用文献

- 1) Friedlingstein P, O'Sullivan M, Jones MW, Andrew RM, Hauck J, Landschützer P, Le Quéré C, Li H, Lujckx IT, Olsen A (2024) Global Carbon Budget 2024. *Earth System Science Data Discussions* 2024:1–133.
- 2) Cook, E. R. & Kairiukstis, L. A., *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*, Springer Science & Business Media, 394pp, 1990.
- 3) Mäkinen, H. & Colin, F. Predicting branch angle and branch diameter of Scots pine from usual tree measurements and stand structural information. *Can. J. For. Res.* 28, 1686–1696, 1998.
- 4) Vennetier, M. et al. Climate change impact on tree architectural development and leaf area. *Clim. Chang. realities, impacts over ice cap, sea Lev. risks.* Rijeka, Croat. InTech, 103–126, 2013.

8. 付記

原著論文：

1. Nakahata, R., Azuma, W. A., **Tanabe, T.**, Kawai, K., & Hiura, T. (2023). Genotypic

variations appear in fine root morphological traits of *Cryptomeria japonica* trees grown in a common garden. *Ecological Research*, 39(5), 717-729.

学会発表：

2. **田邊智子**, 鈴木(張)春花, 香川聡, 今井友也, 檀浦正子, 高橋けんし. “幹枝生産に使う炭素はいつの光合成で得たものか:モミ苗の例”, 第136回日本森林学会大会, 北海道, 2023年3月.
3. 小野田雄介, 松下通也, 亀井啓明, 日下真桜, **田邊智子**, 武津英太郎. “スギの幹成長の経年変化の系統間差とその原因”, 第136回日本森林学会大会, 北海道, 2023年3月.
4. 橋本叡, 神代花穂, **田邊智子**, 隅田明洋. “形態的およびフェノロジカルな特徴によるモミ苗の当年生シュート伸長の表現”, 第72回日本生態学会大会, 北海道, 2025年3月.
5. **Tanabe, T.** “Temporal dynamics of carbon allocation to apical and cambial activities corresponding to phenology in *Abies firma*”, 10th Pacific Regional Wood Anatomy Conference, Asahikawa, Japan, September 2024.
6. 神代花穂, **田邊智子**, 隅田明洋. “モミ (*Abies firma*) 苗木の成長フェノロジーが樹形形成に及ぼす影響”, 日本植物学会第88回大会, 栃木県, 2024年9月.
7. Dannoura, M., Takanashi, S., Kamakura, M., Wang, S., **Tanabe, T.**, Fujii, R., Mochidome, T., Paul, S. K., Schaefer, H., Kosugi, Y., Epron, D. “Phloem transport in a tall tree and its diurnal variations”, European Geosciences Union (EGU) General Assembly, Vienna, Austria, April 2024.

外部資金：

8. 日本学術振興会 科学研究費補助金 若手研究, 課題番号 24K20955, 「木部生産量の個体内変動の仕組みを探る: 樹体内炭素分配とフェノロジーに着目した研究」, 3700千円, 2024年4月-2028年3月 (代表)
9. 長野県伊那市 伊那谷ふるさと発掘協議会 受託研究, 「伊那市におけるエリートツリー普及に向けたカラマツ林生育適地等調査」, 790千円, 2024年4月-2025年2月 (代表)

教育活動：

10. 基町高等学校 (広島県広島市) 総合学習探究活動アドバイザー, 2024年4月~2025年3月.
11. 横浜雙葉中学校 (神奈川県横浜市) 「自然とのかかわり」総合学習, 2024年9月4日.

新規なリグニン分解反応系の開発とリグニン改変植物への適用

1. 研究組織

代表者氏名：謝 冰（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

高野俊幸（京都大学 農学研究科）

2. 関連ミッション

ミッション2：太陽エネルギー変換・高度利用

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

持続型社会の構築に向けて、化石資源に代えて再生可能資源である木質バイオマスを様々な有用化成品に変換するバイオリファイナリーシステムの開発研究が世界的に加速している。木質バイオマスの主要成分であるリグニンは、地球上で最も豊富に存在する芳香族ポリマーであることから、プラスチックや燃料等に変換可能な芳香族系化成品の原料としての利用が期待されている。本研究では、持続型社会構築に寄与するリグニンの高度利用に向けたリグニン分解反応系の開発を行う。研究代表者がこれまで開発を行ってきた電解メディエーターシステム（EMS）酸化反応の実用化に向けた各種バイオマス試料への適用を行うとともに光触媒等を用いた新たなリグニン分解反応系を探索する。さらに、これらのリグニン分解反応系を生存圏研究所で開発された、リグニンの構造を改変した遺伝子組換え植物や変異体に適用し、反応系の最適化と原料リグニンの構造制御の相乗効果によるリグニン分解効率の向上を図る。

4. 研究の背景と目的

化石資源過剰消費に起因する地球温暖化問題や環境汚染、資源枯渇に対する不安など、様々な側面から、化石資源に代えて、木質バイオマス等再生可能資源から化成品・マテリアル・燃料を製造する効率的なバイオリファイナリーシステムの開発が急務の課題になっている。木質バイオマスを構成する三大成分の一つであるリグニンは、再生可能芳香核資源として、種々の有用芳香族化成品に変換し、利用することが期待されている。

リグニンは種々のC-C及びC-O-C結合からなる複雑かつ多様な高分子構造を持つことから、従来のリグニンの低分子変換法では、過酷な反応条件（高温・高圧）が必要とされ、副反応が制御できない、生成物の選択性が低い、生成物の再重合の進行、生成物の分離と精製に関する課題など問題点が多数あった。現在多くのリグ

ニン分解研究が、高選択性で温和な条件下で、リグニンを特定の化学品に直接変換できる解重合プロセスの開発に着目している。このようなリグニン分解反応には、例えば逆アルドール反応、水素化、触媒的好気性酸化、電気触媒酸化、光触媒酸化などが含まれる。

研究代表者は、バイオミメティックなリグニンの酸化分解反応システムとして、電解メディエーターシステム (EMS) 酸化反応の開発を行ってきた。これまで、各種メディエーターを利用したリグニンモデル化合物の EMS 酸化を検討し、リグニンの EMS 酸化に有効なメディエーターを複数見出すとともに、異なるメディエーターがリグニンの主要結合様式に対して異なる反応選択性を示すことを明らかにしてきた¹⁻²。本研究では、生存圏研究所が有する高度なバイオマス構造解析技術と有用なリグニン改変植物リソースを活用して、EMS 酸化反応の実用化に向けた更なる検討を行うとともに、光触媒等に着眼した新規な環境調和型リグニン酸化分解反応系の探索を行う。さらに、これらリグニン分解反応系を生存圏研究所で開発されたリグニンの構造を改変した遺伝子組換え植物や変異体に適用し、反応系の最適化と原料リグニンの構造制御の相乗効果によるリグニン分解効率の向上を図る (図 1)。これらのアプローチの達成により、生存圏研究所が目指す木質バイオマス資源の利活用を通じた持続的社会的の実現に貢献できると考えている。

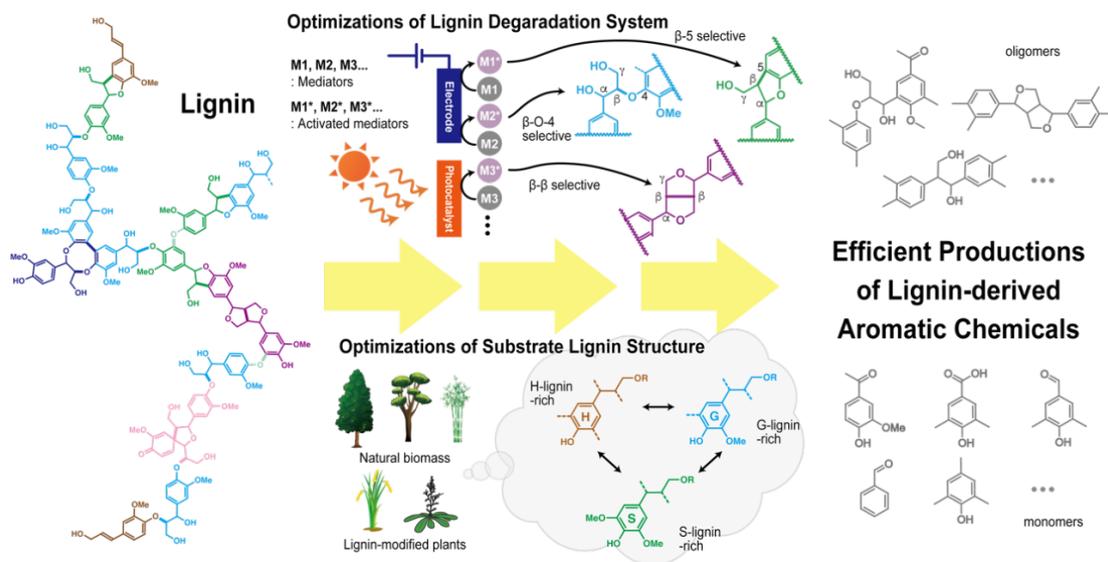


図 1 : 本研究課題の概念図。

5. 研究の結果および考察

これまで、各種メディエーターを用いたリグニンモデル化合物の EMS 酸化を検討し、特にリグニンの主要結合様式 (β -O-4 結合、 β -5 結合、 β - β 結合) に対して高い反応性を示すメディエーターとして、ABTS¹、[Fe(bpy)₃]²、LA/HBT³ 併用系を

見出している。さらに、高分子リグニンモデル化合物 (G-DHP) の EMS 酸化実験から、ABTS は、 β -O-4 結合と β - β 結合を優先的に酸化すること、Fe(bpy)₃ は β -O-4 結合、 β -5 結合、 β - β 結合すべてを効率的に分解すること、LA/HBT 併用系では、 β -O-4 結合と β -5 結合の酸化が優先的に起こることが分かっている。

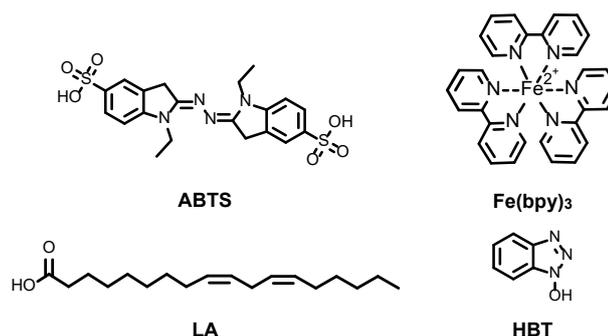


図 2：各種 EMS 酸化用メディエーター。

本研究では、上記のメディエーターを用いた EMS 酸化反応の単離リグニン試料及びバイオマスへの適用を検討している。針葉樹スギおよび広葉樹ユーカリから MWL (milled wood lignin) を調製し、ABTS、Fe(bpy)₃、LA/HBT をメディエーターとして用いた EMS 酸化反応を実施した。反応後、電解残渣 (CH₂Cl₂ 不溶画分) を 2D HSQC NMR 及び GPC を用いて、CH₂Cl₂ 可溶画分を GC-MS を用いて解析し、リグニン酸化反応の進行を評価した。

その結果から、各 EMS 酸化反応系において、スギ及びユーカリ MWL の酸化が進行していることが確認された。特に、スギ MWL においては、ABTS-EMS 酸化反応が、ユーカリ MWL においては、Fe(bpy)₃-EMS 酸化反応が、MWL の分子量の低下を引き起こし、顕著な酸化反応の進行が確認された。これらの結果は、各メディエーターの G 型及び S 型リグニンへの反応性の違いを反映していると考えられる。現在、MWL の分子構造の変化について詳細な解析を行うとともに、木粉やイナワラなどのバイオマス試料に対する EMS 酸化反応についても検討を進めている。

6. 今後の展開

EMS 酸化反応については、引き続き、メディエーターの種類とともに反応条件 (電解温度・溶媒・電極・酸化助剤の添加など) を検討し、リグニンの効率的かつ結合様式選択的な分解に向けて最適化する。また、リグニンの構造を様々に改変したイネ組換え株及び変異株^{4,5} のバイオマス及び単離リグニン試料の EMS 酸化も実施し、上記の天然バイオマス試料の検討と同様に反応前後のリグニンの構造変化を定量的に評価する。反応選択性の異なるメディエーターの適用と原料リグニン構造制御 (芳香核組成・結合様式分布) の相乗効果により、リグニンの酸化分解効率の向上を図る。

また、新たなリグニンの酸化分解反応系の探索も行う。太陽エネルギーを利用した光触媒反応は、温和でクリーン、エネルギー効率がよく、技術的にシンプルで低コストな反応として期待されていることから⁶、特に光触媒メディエーターシステムを用いたリグニンの分解を検討する予定である。

7. 引用文献

- 1) Xie B, Tobimatsu Y, Kamitakahara H, et al. Reaction selectivity in electro-oxidation of lignin dimer model compounds and synthetic lignin with different mediators for the laccase mediator system (PZH, NHPI, ABTS), *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **10**, 6633-6641, 2022.
- 2) Xie B, Tobimatsu Y, Narita K, et al. Electro-oxidation of lignin model compounds and synthetic lignin with transition-metal complexes (manganese and iron complexes), *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **10**, 16701-16708, 2022.
- 3) 謝冰, 飛松裕基, 寺本好邦, 高野俊幸, 過酸化脂質を媒介とするリグニンの electrolytic mediator system (EMS) 酸化反応, 第 74 回日本木材学会, 2024 年 3 月.
- 4) Takeda Y, Suzuki S, Tobimatsu Y, et al. Lignin characterization of rice *CONIFERALDEHYDE 5 - HYDROXYLASE* loss-of-function mutants generated with the CRISPR/Cas9 system, *The Plant Journal*, **97**, 543-554, 2019.
- 5) Anderson NA, Tobimatsu Y, Ciesielski PN, et al. Manipulation of guaiacyl and syringyl monomer biosynthesis in an *Arabidopsis* cinnamyl alcohol dehydrogenase mutant results in atypical lignin biosynthesis and modified cell wall structure, *The Plant Cell*, **27**, 2195-2209, 2015.
- 6) Li S, Park S, Sherman B D, et al. Photoelectrochemical approaches for the conversion of lignin at room temperature. *Chemical Communications*, **59**, 401-413, 2023.

8. 付記

国際学会における発表

- 1) Xie B, Tobimatsu Y, and Takano, T. Electro-oxidation of Lignin Model Compounds Using Electrolytic Mediator System with Various Mediators. 2nd International Lignin Symposium, Kyoto University, 2024.

国内学会における発表

- 1) 謝冰, 飛松裕基, 寺本好邦, 高野俊幸, 過酸化脂質を媒介とするリグニンの electrolytic mediator system (EMS) 酸化反応, 第 74 回日本木材学会, 2024 年 3 月.
- 2) 謝冰, 飛松裕基, 寺本好邦, 高野俊幸, 電解メディエーターシステムを用いたリグニンの酸化分解: 単離リグニンおよびバイオマス試料への適用, 第 75 回日本木材学会, 2025 年 3 月 (発表予定).

薬用植物の生物活性二次代謝産物が駆動する森林圏土壌圏相互作用

1. 研究組織

代表者氏名：中村直人（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション1：環境診断・循環機能制御

ミッション5：高品位生存圏

3. 研究概要

外来植物の侵入は土壌微生物群集の改変を伴う。また改変された土壌微生物群集が外来植物の侵略を促進する例も知られている。そのため、植物と土壌微生物の相互作用を明らかにすることは外来植物の個体群動態の理解や生態系への影響評価の観点から重要である。植物による土壌改変においては根から分泌される二次代謝産物が重要な役割を担うと知られているが、その詳細なメカニズムは分かっていない。本研究では、外来植物に由来する二次代謝産物が根圏土壌微生物群集に与える影響を、代謝物添加実験・DNA 分析及び二次代謝産物分析を用いたアプローチにより解明する。これにより外来植物の生態系改変における二次代謝産物の重要性を明らかにすると共に、外来植物の個体群動態予測といった実践的手法開発に直結する研究を展開する。本研究成果は植物による土壌圏微生物の機能的変化の解明に寄与する（ミッション1・「環境診断・循環機能制御」）。加えて、薬理活性のある二次代謝産物の生態学的役割を明らかにすることは、生態学のみならず薬理学的な視点から新しい治療法・利用法の可能性を探求する重要なステップであり、人間の健康促進と安全な社会形成に貢献する（ミッション5-1）。

4. 研究の背景と目的

研究の背景

植物の根圏微生物群集は、植物が分泌する物質や土壌環境の影響を受けながら構築され、植物の栄養吸収・病害抑制・ストレス耐性向上など、多様な生態系機能を担っている。特に、植物が根から分泌する二次代謝産物 (plant specialized metabolites, PSM) は、特定の微生物の増殖を促したり抑制したりすることで、根圏微生物群集の構成を決定する重要な要因であることが知られている。近年の研究では、クマリン、フラボノイド、サポニンなどの PSM がそれぞれ異なる微生物群に影響を与えることが報告されており、これらの物質が根圏微生物の選択圧として働くことが示唆されている。しかし、これまでの研究の多くは農地を対象としたものであり、森林土壌に

における PSM と根圏微生物群集の関係についてはほとんど明らかにされていない。

研究の目的

本研究では、森林生態系における PSM が根圏微生物群集に与える影響を解明することを目的とし、特にマンリョウ (*Ardisia crenata*) に着目した。マンリョウは東アジア原産の耐陰性低木であり、根に豊富なトリテルペノイド系サポニン (ardisiacrispin A および B) を蓄積することが知られている。これらのサポニンは抗菌・抗炎症作用を持ち、医薬品としての利用価値も高いが、森林土壌においてこれらが根圏微生物群集の形成にどのような影響を与えるのかは不明である。本研究では、マンリョウの根および根圏土壌におけるサポニンの含有量の生育ステージによる変動を明らかにするとともに、実験室環境下でサポニンが土壌微生物群集に与える影響を調べた。さらに、これらの実験結果を統合することにより、自然生態系においてサポニンが土壌微生物群集に与える影響を推定した (図 1)。

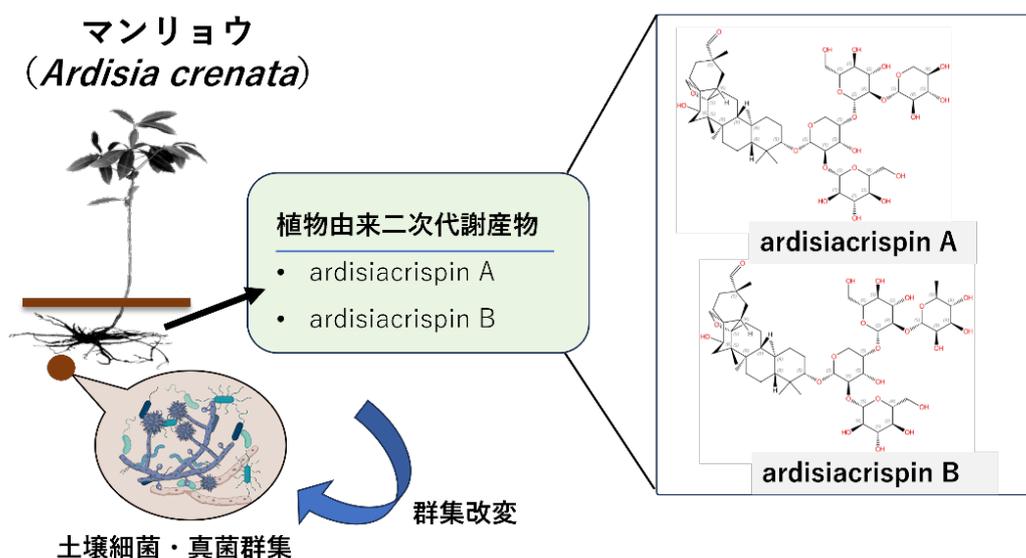


図 1 : 研究の概念図

5. 研究の結果および考察

・マンリョウ根圏のサポニン濃度

マンリョウの根には成木・実生ともにサポニンが含まれていたが、根圏土壌におけるサポニン濃度は成木で有意に高く、実生の根圏ではほとんど検出されなかった。これは、成木が能動的にサポニンを根圏に分泌し、微生物群集の構築に関与している可能性を示唆する。

・サポニン添加実験

本研究で用いた2種のサポニンの添加試験により、これらのサポニンが森林土壌細菌・及び真菌の群集構造を変化させることが分かった。特にサポニン添加によって相対存在量の増加が確認された一部の微生物については過去の研究でもサポニンとの関連が報告されており^{1,2}、サポニンが特定の微生物群を選択的に富化させることが示唆された。

・フィールド調査と添加実験の統合的解析

フィールド調査とサポニン添加実験の結果を統合した解析により、成木の根圏で富化していた細菌群の一部が、実験室環境下でのサポニン処理によっても富化することが確認された。この結果は、マンリョウが成木になるにつれて根圏へのサポニン分泌を増加させ、それによって特定の微生物群を選択的に富化させるメカニズムが働いている可能性を示唆している。また、ダイズ、トマト、タバコを対象としたこれまでの研究では、PSMにより富化される土壌微生物に着目することで、そのPSMの分解に関与する代謝経路や遺伝子が同定されている³⁻⁵。本研究においても、マンリョウ成木の根圏と *ardisiacrispin* 処理の両方で一貫して富化された一部の土壌細菌は、マンリョウの根圏における *ardisiacrispin* の代謝に関与している可能性がある。

以上の結果から、森林生態系においてマンリョウが分泌するサポニンが、根圏微生物群集の構成を改変する強い選択圧として作用していることが示唆された。これは、農地におけるPSMと微生物群集の関係を超えて、自然生態系においても植物の根圏化学物質が土壌微生物群集の形成に重要な役割を果たしていることを示す新たな知見である。

今後の展開

本研究では、宿主と微生物の相互作用を直接評価していないが、*ardisiacrispin* と生態学的に重要な相互作用を持つ可能性のある微生物の候補を同定した。具体的には、根圏におけるサポニンの蓄積を起点として、サポニン代謝細菌が微生物-微生物相互作用および植物-微生物相互作用を介してフィードバック機構を駆動させる可能性を浮き彫りにした。今後の研究では、サポニン処理した土壌でマンリョウを育成し、これらの微生物が宿主の適応度や個体群動態、広範な生態系機能に影響を及ぼすかどうかを明らかにする必要がある。

6. 引用文献

- 1) Nakayasu, M., Yamazaki, S., Aoki, Y., Yazaki, K. & Sugiyama, A. Triterpenoid and steroidal saponins differentially influence soil bacterial genera. *Plants* **10**, 1-13 (2021).
- 2) Fujimatsu, T., Endo, K., Yazaki, K. & Sugiyama, A. Secretion dynamics

- of soyasaponins in soybean roots and effects to modify the bacterial composition. *Plant Direct* **4**, 1-12 (2020).
- 3) Aoki, N. *et al.* An isoflavone catabolism gene cluster underlying interkingdom interactions in the soybean rhizosphere. *ISME Commun.* **4**, (2024).
 - 4) Nakayasu, M. *et al.* Tomato root-associated *Sphingobium* harbors genes for catabolizing toxic steroidal glycoalkaloids. *MBio* **14**, e0059923 (2023).
 - 5) Shimasaki, T. *et al.* Tobacco Root Endophytic *Arthrobacter* Harbors Genomic Features Enabling the Catabolism of Host-Specific Plant Specialized Metabolites. *MBio* **12**, 10.1128/mbio.00846-21 (2021).

7. 付記

国内学会口頭発表

中村直人, 杉山暁史 “外来植物由来の二次代謝産物による根圏土壌微生物群集組成の変化” The 37th Japanese Society of Microbial Ecology (JSME) Annual conference 28th Oct. - 31th Oct. 2024, Hiroshima

国内学会ポスター発表

中村直人, 杉山暁史 “外来植物マンリョウ由来の二次代謝産物が土壌微生物群集に与える影響” 植物微生物研究会, 第33回研究交流会, 高知, 2024年7月

総説

中村直人 「植物-微生物間相互作用からみる侵略生態学」, 『生存圏研究-Sustainable Humanosphere』 ISSN 2758-4259 第20号, 2024 (令和6)年11月6日

令和6(2024)年度 オープンセミナー

回	開催月 日	演 者	題 目	参加者 数
309	6	田邊 智子 (京大大学生存圏研究所・ミッション研究員)	根から幹枝までの年輪幅に着目して樹木生産量の 年変動を考える	41
310		Daotong Li (生存圏研究所・客員准教授)	Antennas for Microwave wireless power transmission	22
311	7	Jianhui Zhou (生存圏研究所・客員准教授/ Associate Professor, University of Northern British Columbia, Canada)	Vibration performance of mass timber buildings	47
312		Shiling Pei (生存圏研究所・客員准教授 / Associate Professor, Colorado School of Mines, U.S.A.)	NHERI TallWood Project: Findings from the world's tallest full-scale shake table tes t	62
313	9	Andrey S. Andrenko (生存圏研究所・客員教授)	Novel Design and EM Simulation of Planar Antennas for UHF RFID and Near-Field WPT Applications	22
314		巽 奏 (生存圏研究所・助教)	コケ植物からわかる植物の陸上進出と代謝戦略	119
315	10	大西 信徳 (DeepForest Technologies 株式会社・代表取 締役)	ドローンから森林科学を考える	54
316		伊福 伸介 (生存圏研究所・教授)	セルロースとは一味違う「ナノキチン」の驚くべき 多様な機能とその実用	66
317		謝 冰 (生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	電解反応を用いたリグニンの環境調和型分解反応 系の開発	39
318	11	中村 直人 (生存圏研究所・ミッション専攻研究員)	植物-微生物間相互作用からみる侵略生態学	27
319		岸本 崇生 (生存圏研究所・教授)	リグニンの重合メカニズムと化学構造について	64
320	12	酒井 温子 (生存圏研究所・特任教授)	古墳石室に1700年間安置されていた木棺から、木 材腐朽を考える	70
321		松葉 史紗子 (生存圏研究所・特定講師)	データの可能性を拓くモデルアプローチ：多種広 域でのレッドリスト種の絶滅リスク評価に向けて	25
322	1	Wu Lan (outh China University of Technology・Associate Professor)	Fine-Tuning Catalyst Structure for Enhanced Lignin Depolymerization Efficiency	40
323		中村 亮介 (京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究 研究科・助教)	大江山蛇紋岩帯の森林植生はどのように成立し、 維持されているかー樹木の戦略と物質循環の視点 からー	39
合計				737

根から幹枝までの年輪幅に着目して 樹木生産量の年変動を考える



2024年6月19日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission1
環境診断・循環機能制御



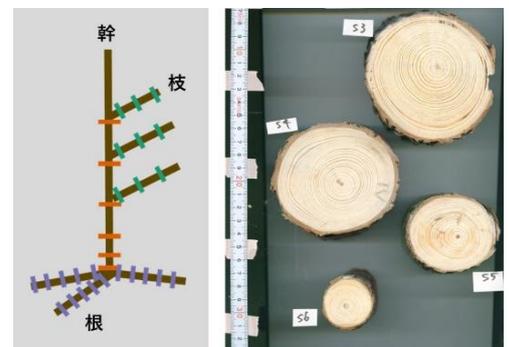
田邊 智子

生存圏研究所
ミッション専攻研究員

Keyword

- ◇ 気候変動
- ◇ 樹木生産量
- ◇ 木部
- ◇ 炭素分配
- ◇ 年輪

樹木が大気中から取り込んだ炭素は、幹枝や根といった木部の生産に使われると長期間樹体内に蓄積されます。そのため木部の生産量は、森林と大気の中長期的な炭素収支を考えるうえで重要なパートです。また木部生産量は年により増減します。年変動を駆動する気象要因を明らかにするにあたり、地上高 1.3 m 位置の幹の年輪幅を指標とし、幅の広い年は木部生産量の多かった年とみなした解析が世界中で行われてきました。一方で、幹の年輪幅が広い年に、枝や根の年輪幅も広いとは限らないことが分かりつつあります。つまりこれまでの指標では、樹木個体の木部生産量の年変動を確からしく評価できていないかもしれません。今回は、枝先から根の先端までの様々な位置の年輪幅を計測し、トレードオフなどの関係を探る研究について紹介します。



様々な位置から
円盤を採取

円盤をスキャンして
年輪幅を計測

定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



Antennas for Microwave wireless power transmission

6/26 (WED), 2024 12:30-13:20

ONLINE
(zoom)



Register from HERE

Admission:
FREE

Associated Mission

Mission2

Advanced Development of Science and Technology towards a Solar Energy Society

Keyword

- ◇ Antenna
- ◇ Microwave wireless power transmission
- ◇ High gain
- ◇ Beam steering



Li Daotong

RISH, Kyoto University
Visiting Associate Professor

Microwave wireless power transmission (MWPT) technology, which plays an important role in Space Solar Power Systems (SSPS) and IoT applications, can convert electrical power into microwave power and wirelessly transmit it into free space through a transmitting antenna, and it is captured by the rectenna and converted into DC power. As one of the most important parts of MWPT, the antenna is the interface between the EM waves propagating in space and the transmitter and receiver. Thus, the antennas with high gain, high efficiency, beam scanning and compact size are urgently desired. In this talk, some types of antennas and arrays with high gain, near field focusing, pattern and beamwidth reconfigurable characteristics and the further application in MWPT will be discussed.

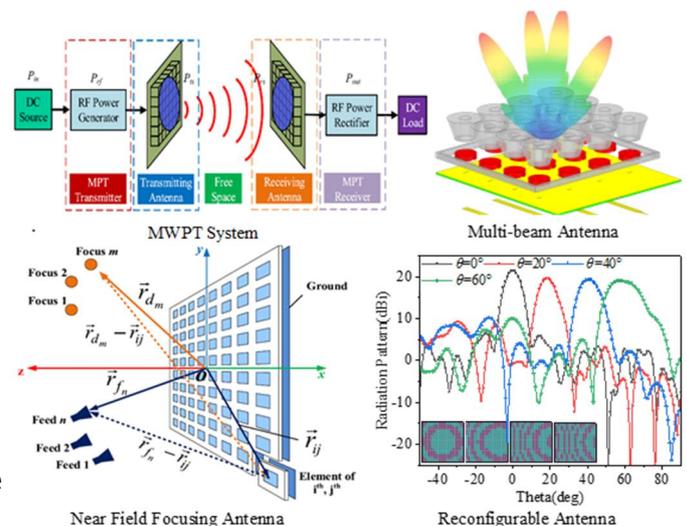


Fig. 1 Antennas for microwave wireless power transmission

The "open seminar" is a casual research meeting during lunch time on Wednesdays, with the aim of sharing research results, and enhancing collaborations.

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/



Vibrational performance of mass timber buildings

7/17 (WED), 2024 12:30-13:20



Admission:
FREE

Associated Mission

Mission 4 Development and Utilization of Wood-based Sustainable Materials in Harmony with the Human Living Environment
Mission 5 Quality of the Future Humanosphere



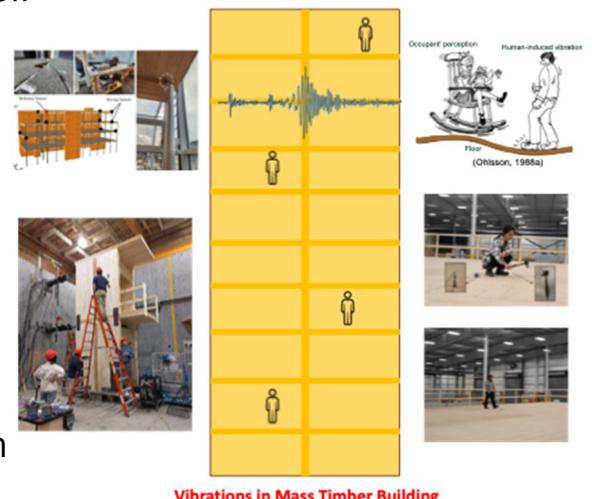
Jianhui Zhou

- Visiting Associate Professor, RISH
- Associate Professor, University of Northern British Columbia, Canada

Keyword

- ✧ mass timber building
- ✧ floor vibration
- ✧ building vibration
- ✧ severability design

Mass timber buildings are increasing in height and size globally, driven by advancements in research on their seismic and fire performance, changes in building codes, sustainability credits, and off-site construction methods. The high strength-to-density ratio of wood benefits seismic performance; however, it poses challenges in meeting the serviceability design criteria for human- and wind-induced vibrations. This presentation will provide an introduction to the vibration performance of mass timber buildings, focusing on the design for mass timber floor vibration serviceability and the dynamic properties of selected mass timber buildings. Research findings from a Canadian context will be presented and discussed, with suggestions for future research.



The "open seminar" is a casual research meeting during lunch time on Wednesdays, with the aim of sharing research results, and enhancing collaborations.

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/



NHERI TallWood Project: Findings from the world's tallest full-scale shake table test

7/24 (WED), 2024 12:30-13:20



Admission:

FREE

Associated
Mission

Mission4 Development and
Utilization of Wood-based Sustainable
Materials in Harmony with the Human
Living Environment

Mission5 Quality of the Future
Humanosphere



Shiling Pei

Key-
words

- ✧ Tall wood building
- ✧ Rocking wall lateral system
- ✧ Resilience-based design
- ✧ shake table test

This presentation will provide an overview of the results from a multi-year research project towards seismically resilient tall wood buildings. Specially, the planning, execution, and results will be discussed from the NSF-funded NHERI TallWood Project which aims at developing a resilience-based seismic design methodology for tall wood buildings. In collaboration with many industry partners, the project team tested a full-scale 10-story mass timber building in 2023 in order to validate a tall wood building design that is essentially earthquake proof. This is the world's tallest full-scale building ever tested on a shake table to date, and survived over 240 earthquake tests without structural damage.



The "open seminar" is a casual research meeting during lunch time on Wednesdays, with the aim of sharing research results, and enhancing collaborations.

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022_en/



Novel Design and EM Simulation of Planar Antennas for UHF RFID and Near-Field WPT Applications

9/11 (WED), 2024 12:30-13:20



Admission:

FREE

Associated
Mission

Key-
words

Mission2 Advanced
Development of Science and
Technology towards a Solar
Energy Society

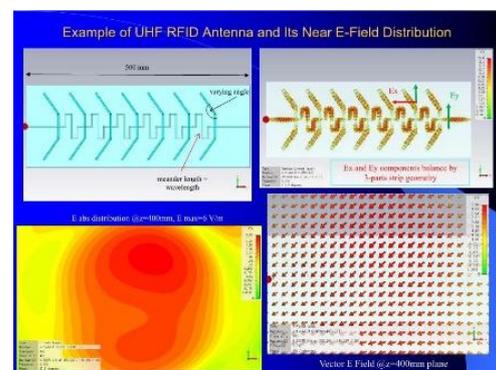
- ✧ UHF RFID
- ✧ Smart Shelf Antenna
- ✧ Near Field Polarization
- ✧ E-Field Distribution
- ✧ Radiative Near-Field WPT
- ✧ RF-to-RF Transmission Efficiency



**Andrey S.
Andrenko**

• Visiting Professor, RISH

One practical example of the radiative wireless power transfer (WPT) is the passive radio frequency identification (RFID) technology which has matured and became an indispensable tool in a variety of applications, such as security, retail tracking, counterfeit prevention, and healthcare. The operation of UHF (916-920 MHz) RFID systems is based on the activation of RFID tags by the EM field produced by the reader antenna so that an accurate wave-front characterization plays an important role in improving the system reliability and data capacity. This talk will present the design of planar UHF RFID antennas for the so-called smart shelf applications. The concept of the quasi-circular polarization (CP) in the near-field zone will be analyzed and illustrated by the E-field distribution of the proposed antennas. Next, application of the proposed antennas for radiative near-field WPT system will be discussed. It will be shown how the polarization control of the quasi-CP E-field is provided so that all receiving devices oriented randomly in the plane parallel to transmitter antenna can be charged. Thus, it reduces the so-called RF energy pollution and minimizes human exposure to radiated energy by limiting the charging volume.



The "open seminar" is a casual research meeting during lunch time on Wednesdays, with the aim of sharing research results, and enhancing collaborations.

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022_en/



コケ植物からわかる 植物の陸上進出と代謝戦略

オンライン
(zoom)開催



ご登録はこちら

参加費
無料

2024年9月25日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission2

太陽エネルギー変換・高度利用



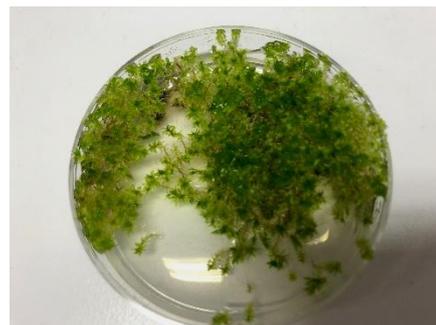
異 奏

生存圏研究所
助教

Keyword

- ◇ ヒメツリガネゴケ
- ◇ ゼニゴケ
- ◇ 細胞外ポリマー
- ◇ クチン
- ◇ リグニン

現在、地球の陸上には 30 万種を超える植物が繁栄していますが、これらは約 5 億年前に水中から陸上に進出した単一の植物種を共通祖先としています。乾燥や紫外線、強い重力、新たな病原菌など水中とは異なる陸上の環境に適応するために、植物は様々な形質の獲得を繰り返して繁栄してきました。近年、陸上植物進化のより基部で分岐したコケ植物を研究することで、植物がどのように進化してきたのか、その詳しい経緯や獲得形質の由来と起源が明らかになりつつあります。本セミナーでは植物陸上進出を支えた最たる代謝産物である細胞外ポリマーに着目して、植物の賢く柔軟な代謝戦略を紹介します。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/



ドローンから森林科学を考える



参加費
無料

2024年 10月 16日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission
環境診断・循環機能制御



大西 信徳

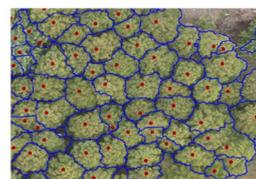
DeepForest Technologies 株式会社
代表取締役

Keyword

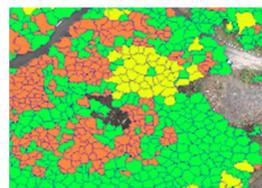
- ◇ ドローン
- ◇ 森林保全
- ◇ カーボンクレジット
- ◇ 研究の社会実装

森林の炭素吸収や生物多様性などの公益的な機能がここ数年で経済的な価値として社会に組み込まれ始めている。そのような状況で森林の価値をどのように計測し、定量化したら良いのか、計測の効率性と精度・透明性の間に存在するトレードオフの中で、課題が生じている。

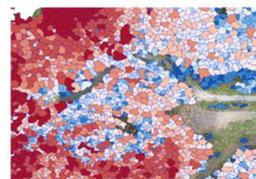
DeepForest 社では計測ツールとしてドローンに注目し、森林管理者自身が使うことができる新たな森林観測ツールとして、ドローンからの森林解析技術を開発してきた。本発表ではカーボンクレジットを取り巻く状況やリモートセンシングを活用したトレンド、森林でのドローンの活用可能性について紹介する。



各樹木の検出



各樹木の樹種識別



サイズ・炭素蓄積量推定

定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



セルロースとは一味違う「ナノキチン」の 驚くべき多様な機能とその実用化

オンライン
(zoom)開催



ご登録はこちら

参加費

無料

2024年10月23日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission4

循環材料・環境共生システム

Mission5

高品位生存圏

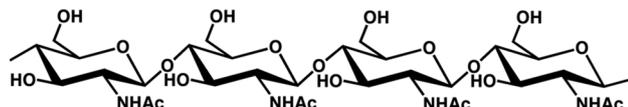
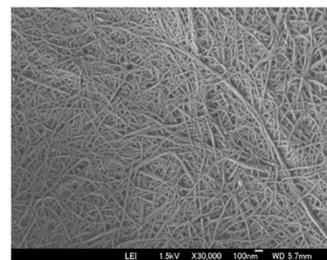
伊福 伸介

生存圏研究所
教授

Keyword

- ◇ キチン・キトサン
- ◇ バイオナノ材料
- ◇ 創傷治療
- ◇ 生理機能

鳥取県はカニの水揚げが日本一。大量に発生するカニ廃殻の活用のため、ナノセルロースの製造技術を応用してカニ殻の主成分であるナノキチンを開発しました。学際的な共同研究を推進して15年、ナノセルロースと差別化できる多様な生理機能を明らかにできました。怪我の修復や育毛、炎症緩和、腸管の炎症抑制、植物の免疫力アップなど。肌に塗ってよし、食べてよし、植物に与えてよし。その様な多彩な機能を持った新素材の普及のために大学発ベンチャーを起業、機能性原料メーカーとして70種類以上のナノキチン配合製品が生まれました。事業を軌道に乗せて EXIT に至るまでの道のりを紹介します。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ

京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局

TEL : (0774)38-4609

305



電解反応を用いたリグニンの 環境調和型分解反応系の開発

オンライン
(zoom)開催



ご登録はこちら

参加費

無料

2024年10月30日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission2

太陽エネルギー変換・高度利用

Mission5

高品位生存圏

謝 氷

生存圏研究所
ミッション専攻研究員

Keyword

- ◇ バイオリファイナリー
- ◇ リグニン
- ◇ バイオミメティクス
- ◇ メディエーター
- ◇ 電解反応

リグニンは木質バイオマスの主要成分の一つであり、地球上で最も豊富な芳香族ポリマーとして、プラスチックや医薬品などの原料となる芳香族化合物の生産への利用が期待されています。しかし、その複雑で難分解性の芳香族高分子構造ゆえに、温和な条件下での高効率な分解は大きな課題となっています。自然界では、白色腐朽菌が低分子化合物をメディエーターとして、リグニンを常温常圧下で効率よく分解する酵素反応を起こします。本発表では、この自然のメカニズムに着想を得て開発された電解メディエーターシステム(EMS)に焦点を当て、リグニンの酸化分解反応に関するこれまでの研究成果と、新たな分解反応系の開発に向けた最新の取り組みについてお話しします。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京大大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



植物-微生物間相互作用からみる 侵略生態学



2024年 11月 13日(水) 12:30~13:20



Mission1
環境診断・循環機能制御



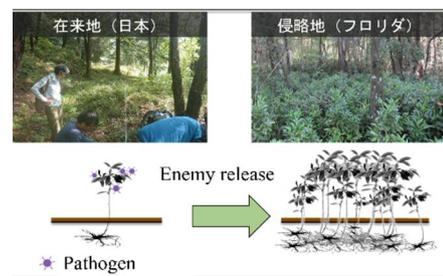
中村 直人

生存圏研究所
ミッション専攻研究員



- ◇ 侵略的外来種
- ◇ 植物-微生物間相互作用

侵略的外来種問題は近年深刻化の一途をたどり、その侵略成功要因や環境への影響を明らかにすることは喫緊の課題である。近年、植物-微生物間相互作用が侵略種の動態及び生態系サービスに大きく影響することが知られてきた。本セミナーでは、日本原産であり、アメリカフロリダ州にて侵略的であるマンリョウ(*Ardisia crenata*)を題材として、(1)マンリョウに付随する微生物群集の原生地-侵略地間の違い、(2)マンリョウ個体群の密度の変化が土壌微生物群集に与える影響を調べた研究を紹介する。また現在進行中である、外来種由来の二次代謝産物が土壌微生物群集に与える影響に関する研究についても概説する。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



リグニンの重合メカニズムと 化学構造について

オンライン
(zoom)開催



ご登録はこちら

参加費
無料

2024年 11月 27日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission2

太陽エネルギー変換・高度利用

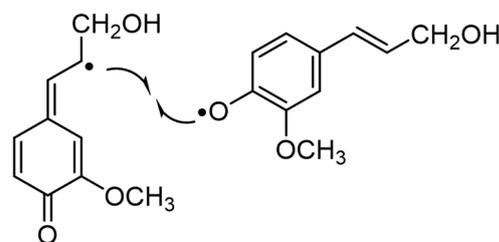
岸本 崇生

生存圏研究所
教授

Keyword

- ◇ モノリグノール
- ◇ 脱水素重合
- ◇ ラジカルカップリング

植物細胞壁を固める成分であるリグニンは、モノリグノールの脱水素重合(ラジカルカップリング)により生成する、地球上で2番目に多い天然高分子です。しかし、モノマー単位や単位間結合の配列の順序など、化学構造の詳細は未解明のままであり、有効利用が遅れています。リグニンの利用にはその構造への深い理解が欠かせません。リグニンが、どのようなメカニズムでモノマー単位から重合していくのか、そしてどのような化学構造をしているのか、人工的にリグニンのモノマーを重合させ、樹木などのリグニンと比較しながら、その解明に取り組んでいます。基本的なところから、最近わかったことまで、取り組んでいる研究を紹介します。



モノリグノールのラジカルカップリング

定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京大大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



古墳石室に1700年間 安置されていた 木棺から、木材腐朽を考える



2024年12月18日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission4
循環材料・環境共生システム

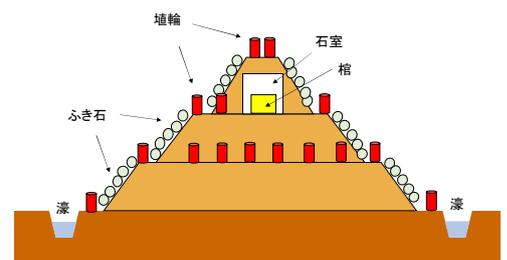
酒井 温子

生存圏研究所
特任教授

Keyword

- ◇ 木材腐朽
- ◇ 古墳
- ◇ 木棺
- ◇ コウヤマキ
- ◇ 銅

奈良県桜井茶臼山古墳(古墳時代前期、前方後円墳)の石室内に、約1700年間安置されていた木製の棺(木棺)が、古墳から運び出され、現在、奈良県立橿原考古学研究所で展示されています。古墳時代の木棺が、腐朽により消失せず、今日までその姿が残るのは大変珍しいことです。そこで、木棺の13カ所から約5mm立方の試料を採取し、光学顕微鏡による観察と、蛍光X線分析による含有成分の把握を行いました。それらの調査結果等を元に、「木棺はなぜ残存できたのか」について考察します。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京大生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL: (0774)38-4609



データの可能性を拓くモデルアプローチ:多種広域での レッドリスト種の絶滅リスク評価に向けて



参加費
無料

2024年 12月 25日(水) 12:30~13:20

Associated
Mission

Mission4
循環材料・環境共生システム



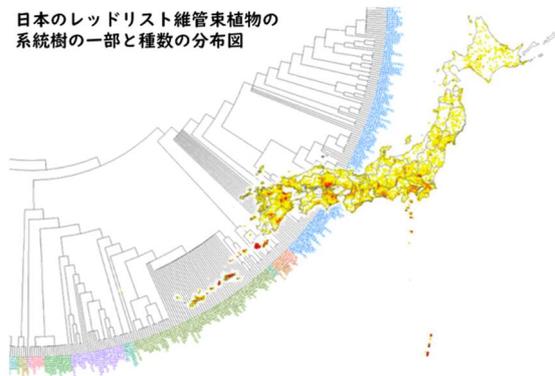
松葉 史紗子

生存圏研究所
特定講師

Keyword

- ◇ レッドリスト種
- ◇ 絶滅リスク
- ◇ 統計モデリング

気候変動や土地被覆の変化といった環境変動がレッドリスト種の絶滅リスクに与える影響が懸念されています。しかしながら、レッドリストデータは様々な制約があるために、環境要因と紐づけた統計モデルの構築、ひいては絶滅リスクの推定にはしばしば困難が生じていました。例えば、レッドリスト種のデータには、小さな個体群サイズや分布域を持つために、サンプル数が極端に少ない種が含まれることがあります。また、広域でのモニタリングで連続データを取得することにはコストがかかるため、不連続データであることも珍しくありません。本セミナーでは、そうしたレッドリストデータに特徴的な、多種少数サンプルやデータの不連続性の課題を克服する統計的なアプローチを紹介します。



定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京大大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



Fine-Tuning Catalyst Structure for Enhanced Lignin Depolymerization Efficiency

1/22 (WED), 2025 12:30-13:20



Admission: **FREE**

Associated Mission

Mission4 Development and Utilization of Wood-based Sustainable Materials in Harmony with the Human Living Environment



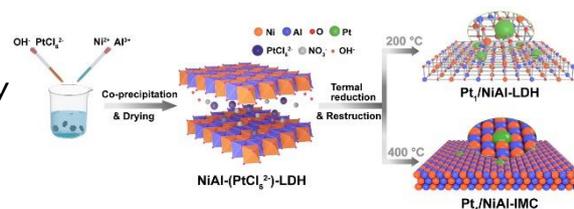
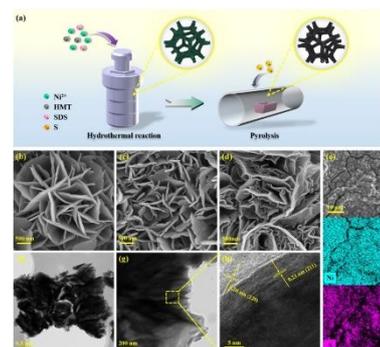
Wu Lan

Associate Professor,
South China University of Technology

Key-words

- ✧ Lignin valorization
- ✧ Heterogenous catalyst
- ✧ Electrochemical
- ✧ Hydrodeoxygenation

Lignin, one of the three major components of lignocellulosic biomass, has garnered significant attention due to its unique features. However, its complex structure limits its broad application. Catalytic lignin depolymerization has emerged as a promising valorization strategy and has made significant progress in recent decades. This presentation explores how the morphology and microenvironment of catalysts influence conversion and product selectivity. Methods such as using surfactants to enhance the accessibility and charge transfer of active sites, hetero-atom doping to expand crystalline size, and thermal treatments to tune the coordination environment are discussed. These approaches significantly improve catalyst reactivity in both thermal and electro-catalysis.



The “open seminar” is a casual research meeting during lunch time on Wednesdays, with the aim of sharing research results, and enhancing collaborations.

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022_en/



京都大学生存圏研究所 定例オープンセミナー
RISH Open Seminar

大江山蛇紋岩帯の森林植生はどのように成立し、維持されているかー樹木の戦略と物質循環の視点からー



2025年1月29日(水) 12:30~13:20



Mission1
環境診断・循環機能制御



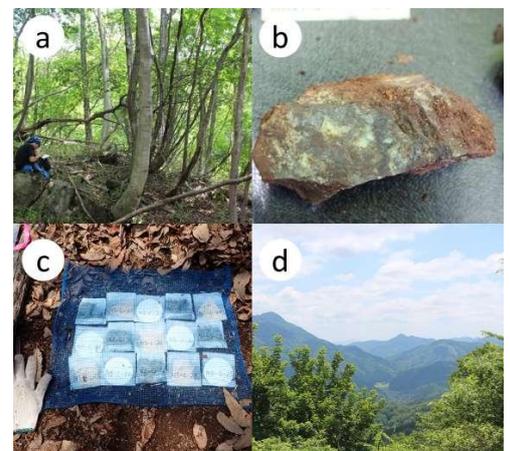
- ◇ 特殊土壌
- ◇ 重金属
- ◇ 樹木
- ◇ 形質
- ◇ 栄養塩
- ◇ 有機物分解
- ◇ 微生物



中村 亮介

京都大学大学院アジア・
アフリカ地域研究研究科
助教

蛇紋岩が風化して生成した蛇紋岩土壌は、通常の土壌には見られない重金属集積など様々な特徴を有する。これまでの蛇紋岩帯の植生に関する研究では、多くの報告が草原生態系、草本植物を対象にしてきた。しかし蛇紋岩帯には森林生態系も存在し、その天然の維持機構の解明は、蛇紋岩生態系全体の保全と管理に資する。講演者らは、蛇紋岩土壌が分布する京都府北部の大江山を対象に、「いかにして蛇紋岩帯で森林生態系が成立するのか」という問いに答えるべく、様々な生態学的側面から調査、仮説検証に取り組んできた。本発表では、これまでの成果を振り返り、最後に統合した視点から、大江山の蛇紋岩帯における森林生態系の成立、維持機構を議論する。



研究調査の様子：(a) 毎木調査, (b) 蛇紋岩, (c) 有機物分解試験, (d) 大江山の風景

定例オープンセミナーは、生存圏の様々な研究を相互に理解すべく、ランチタイムに気軽に行っている講演会です。*不定期水曜日開催

https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/open_seminar_2022/

お問い合わせ 京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー事務局
TEL : (0774)38-4609



国際共同研究

生存圏研究所では、生存圏科学の国際化推進のため、平成 28 年度にインドネシアに「生存圏アジアリサーチノード (ARN)」を設置し、国内研究者コミュニティと海外研究者コミュニティを接続させる新たな活動を開始した。そのため本報告においては、研究課題を ARN 活動に関係が深いものとそれ以外に分けて、研究所の国際共同研究活動を取りまとめる。

＜生存圏アジアリサーチノードに関連の深い国際共同研究課題＞

1. 日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点 (JASTIP)

―持続可能開発研究の推進― の国際交流事業

本事業は、オールジャパン・オール ASEAN 体制のもとで、地域共通課題の解決に資する持続可能開発研究を推進することを目的とし、京都大学が中心となり平成 27 年度から開始した。「環境・エネルギー」、「生物資源・生物多様性」、「防災」の 3 分野に焦点を当てて、バイオマス資源のエネルギー化、有用熱帯植物の高度有効利用、大規模自然災害の早期警戒システム等の先端的な技術開発や実用化促進のための国際共同研究に取り組んでいる。中核研究機関が中心となって、中核拠点をバンコク市とジャカルタ市に、サテライト拠点をタイ、インドネシア、マレーシアに設置し、日 ASEAN の代表的な研究機関からなるコンソーシアムを創設した。顔の見える科学技術イノベーション拠点として、日 ASEAN 研究者のイニシアティブによる持続可能開発に関する共同研究を推進するとともに、ASEAN 域内の関連研究機関との包括的な連携を促進し、本研究の成果を全 ASEAN 諸国に効果的に波及させる。これにより、ASEAN 地域の喫緊の課題を解決する方策を提言し、社会実装活動を加速させるとともに、学術政策対話や国際機関との協力を通じて日 ASEAN の持続可能開発に貢献する。

生存圏研究所は、これらのうちの「生物資源・生物多様性」分野に係るサテライト拠点の運営と共同研究を京都大学農学研究科とともに担当している。研究者の招聘を含む国際共同研究を推進し、今年度は二人の研究者が来訪した。また、今年度は本事業の最終年度にあたるため、2024 年 12 月 16 日にタイ・バンコクにて JASTIP Wrap-up Symposium が開催され、所内担当教授が出席した。さらに、当研究所が関わっている「生物資源・生物多様性」分野では、2025 年 2 月 25 日に宇治キャンパスにて JASTIP WP3 Wrap-up Symposium を開催し、10 年に渡る本事業の総括や成果発表を行った。

2. 赤道大気レーダー(EAR)に基づく国際共同研究

赤道大気レーダー（以後 EAR）は、平成 12 年度末にインドネシア共和国西スマトラ州（東経 100.32 度、南緯 0.20 度）に設置された大型大気レーダーであり、インドネシア航空宇宙庁（LAPAN）との密接な協力関係のもとに運営されてきた。2021 年にインドネシア側の大規模な組織変更があり、現在は国立研究革新庁(BRIN)傘下の気候大気研究所(PRIMA)が EAR 運営に関する対応機関となった。現在、EAR 運営協定書の改訂を進めている。

EAR は地上と接する大気的最下層（対流圏）から高度数 100 km の電離圏にいたる赤道大気全体の研究を行っており、平成 13 年 6 月から長期連続観測を実施し、観測データを web 上で公開してきた。平成 23 年 9 月に 10 周年記念式典及び記念国際シンポジウム（ジャカルタ開催、参加者約 200 名）、平成 28 年 8 月に 15 周年記念式典及び国際シンポジウム（ジャカルタ開催、参加者 221 名）を実施してきた。2021 年 9 月 20-21 日に、20 周年記念式典と国際シンポジウムを開催した。新型コロナウイルスの問題からオンライン開催となったが、日本側からは京都大学総長、インドネシア側からは BRIN 長官をはじめとする賓客と出席者 533 名を得た。

EAR は本研究所の重要な海外研究拠点であって、国内外の研究者との共同研究によって生存圏の科学研究の推進に活用され、同時にインドネシア及び周辺諸国の研究啓発の拠点として、教育・セミナーのために利用されている。平成 17 年度後期から、全国・国際共同利用を開始した。平成 24 年度以降は MU レーダーと統合実施されている。EAR のレーダー制御装置の更新を 2020 年から進めてきた。新型コロナウイルスの問題等による遅延があったが、2024 年 9 月に現地への設置が完了している。

EAR に密接に関わる研究プロジェクトは以下の通りである。まず平成 13～18 年度に文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「赤道大気上下結合」が実施され、赤道大気多くの関連観測設備・装置が EAR 観測所を中心として整備された。終了時ヒアリング（平成 19 年 10 月）においては最高位の評価結果 A +（期待以上の研究の進展があった）を獲得した。平成 19 年 3 月 20～23 日には「赤道大気上下結合国際シンポジウム」が約 170 名（18 の国と地域から）の参加者を集めて開催された。平成 19 年 9 月 20～21 日には東京国際交流館・プラザ平成において公開シンポジウム「地球環境の心臓—赤道大気の鼓動を聴く—」を 250 名以上の熱心な参加者を得て成功裡に開催した。平成 22～24 年度には文部科学省科学技術戦略推進費（国際共同研究の推進）「インドネシア宇宙天気研究と体制構築」が採択され、EAR 長期連続観測を大気圏・電離圏の同時観測モードに変更した。関連する複数の科研費課題からの経費支援を継続しながら、現在もこの観測モードを継続中である。

現在、生存圏研究所では EAR の感度を約 10 倍に増強する新レーダーである「赤道 MU レーダー」を EAR に隣接して設置することを概算要求中である。日本学術会議のマスタープラン 2014、2017、2020 に連続して重点大型研究計画として採択された、プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤構築」に含まれる。今後も予算獲得を目指していく。

3. インドネシアにおける赤道大気観測に関する啓蒙的シンポジウム

人類社会の生存を図るためには、地球環境全体に及ぼす影響の大きさからアジア熱帯域における「生存圏科学」の構築が不可欠である。本研究所は生存圏科学の構築に向けて強力な研究協力関係をインドネシア科学院（LIPI）やインドネシア航空宇宙庁（LAPAN）と結んでおり、これまで数多くの国際シンポジウムをインドネシアにおいて開催してきた。特に若手研究者・学生と対象としたスクールを、「木質科学スクール」として平成18年度から2回、その平成20年度からは「生存圏科学スクール（HSS）」として実施してきた。一方、平成23年度からは、国際生存圏科学シンポジウム（ISSH）として、日本、インドネシア両国の学生および若手研究者による生存圏科学に関する研究発表の場がスタートしている。

赤道大気の研究に関しては、1990年以来、啓蒙的なシンポジウムをインドネシアで開催し、BPPT（科学技術応用評価庁）、BMKG（気象庁）、ITB（バンドン工科大学）等を含む大学・研究機関の研究者・学生との国際的学術交流を進めてきた。平成15～19年度に実施された京都大学21世紀COEプログラム「活地球圏の変動解明」では、平成16年度以降の毎年ITBにおいて活地球圏科学国際サマースクールを開講し、日本・アジア・世界の若手研究者・大学院生の教育と交流に尽力してきた。日本学術振興会の「アジア・アフリカ学術基盤形成事業」の一課題として、「赤道大気圏のアジア域地上観測ネットワーク構築」を平成20～22年度に実施した。平成26～28年度には日本学術振興会2国間交流事業「大型大気レーダーによる赤道大気上下都合の日本インドネシア共同研究」を実施中である。このほかにも、インドネシアのLAPANとインドのNARLを海外拠点機関とし、共同研究、学術会合（セミナー）、研究者交流を実施している。平成29年度からは、生存圏研究所が実施するオープンセミナーをLAPANに向けてネット配信している（毎年5～8回分を配信）。平成30年度には、LAPANの研究者2名を生存圏研究所に招へいし、赤道大気レーダーによるRadio Acoustic Sounding System (RASS)観測のデータ解析について、オン・ザ・ジョブ・トレーニング（OJT）を実施した（平成30年7月26日～8月1日）。LAPANがインドネシア・バンドンで主催したInternational Conference on Tropical Meteorology and Atmospheric Sciences (ICTMAS、参加者数366名)に参加し、招待講演2件を行い、大学院生1名が参加して口頭発表を行った（平成30年9月）。赤道大気レーダーサイトにおいて、LAPANと共同でレーダー観測と気球観測に関する実習を実施した（平成30年11月、10名参加）。京都大学全学経費の支援を得て、インドネシア・バンドンにおいてInternational School on Equatorial Atmosphere（赤道大気国際スクール、ISQUAR）を開催し、計6か国から170名の参加者を得て成功させることができた（平成31年3月18～22日）。令和2年度については、新型コロナウイルスの影響から日本からの訪問は全く実施できなかったが、2021年1月にLAPAN研究者4名がEARサイトを訪問しセミナーとデータ解析演習を実施した。令和3年度は2022年9月20-21日に赤道大気レーダー20周年記念行事に引き続いて国際シンポジウム（LAPAN-Kyoto University International Symposium for Equatorial Atmosphere、第6回生存圏アジアリサーチノードシンポジウム）をオンライン形式で開催

し、参加者 533 名、発表講演 188 件を集めた。令和 5 年にはインドネシアへの渡航の問題はほぼ解消し、インドネシア留学生 JSPS 同窓会イベント（2023 年 3 月、ボゴール）とインドネシア留学生京都大学同窓会イベント（2023 年 10 月、マカッサル）に参加して、長年にわたる国際交流を紹介した。

インドネシアの国立研究機関は 2019 年に発足したインドネシア国立研究革新庁（Badan Riset dan Inovasi Nasional; BRIN）に統合され、従来の LAPAN あるいは LIPI も部分ごとに BRIN に吸収された状況となっている。この状況に対応して、インドネシアにおける赤道大気観測に関しても新しい研究協力体制についての議論を行ってきたが、2024 年 8 月に生存圏研究所と BRIN との間の新しい研究協力協定を締結できた。今後も引き続き、インドネシアにおける赤道大気観測に関する国際交流を継続して行く。

4. インド宇宙研究機関(ISRO)・大気科学研究所(NARL)との国際共同研究

国立大気科学研究所(NARL: National Atmosphere Research Laboratory)は、インドにおける大気科学研究の中核機関であり、インドの宇宙航空技術の開発および研究を司るインド宇宙研究機関(ISRO: Indian Space Research Organization)の下部組織である。生存圏研究所は NARL と 2008 年 10 月に MoU を交換し、地球大気圏および電離圏の地上・衛星リモートセンシングに関する国際共同研究を推進している。

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/docs/20081018.html>

NARL では信楽の MU レーダーと同様の大型大気レーダー（MST レーダー）を 1993 年に南インドの Tirupati 郊外の Gadanki に建設し、低緯度における大気圏・電離圏の研究を推進している。一方、生存研は 2001 年にインドネシア・西スマトラの Koto Tabang に赤道大気レーダー(EAR)を建設し、さらに、ライダーをはじめ多種多様な大気リモートセンシング機器を設置した総合観測所を構築した。信楽、Gadanki、Koto Tabang の 3 国間の国際共同研究を推進している。

NARL の MST レーダーのアンテナは passive phased array であったが、2017 年に MU レーダーや EAR で採用されている active phased array に高性能化された。このレーダーの 25 周年、およびシステム改修を記念して、URSI Regional Conference of Radio Science (RCRS)が 2017 年 3 月 1～4 日に Tirupati で開催された。日本からは日本学術会議 URSI 分科会の小林委員長（中央大）および津田が参加し、津田が基調講演を行った。

その他にも、インドでは下記に示すように、関連の深い国際研究集会が開催されている。

- 15th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-15):2018 年 10 月 22～26 日、Physical Research Laboratory（インド・アーメダバード）
- 2019 URSI Asia Pacific Radio Science Conference (URSI AP-RASC) : 2019 年 3 月 9～15 日、India Habitat Centre（インド・デリー）

平成 2～3 年度(2020～2021 年度)、残念ながら新型コロナウイルス感染症の問題が大きかったため、国際交流を実施することができなかった。一方で令和 4 年度には、2022 年 9 月に下記のシ

ンポジウムを京都大学が主催し、NARL からも多くの参加者があった。

●

- 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16): 2022 年 9 月 12～16 日、京都大学宇治おうばくプラザ（宇治市）とオンラインのハイブリッド開催

MST レーダーの例だけでなく、NARL では電波・光を用いた新しい大気観測装置が開発を進んでおり、若手研究者も育成されていることから、今後も生存研との共同研究を推進していきたい。

＜その他の国際共同研究課題＞

5. 科学衛星 GEOTAIL プラズマ波動観測による国際共同研究

1992 年に打ち上げられた我が国の科学衛星 GEOTAIL は、国際プロジェクト ISTP (International Solar-Terrestrial Physics) の一翼を担う衛星として、地球磁気圏の貴重なデータを観測し続けている。当研究所が中心となって、国内外の共同研究者とともに設計・開発を行ったプラズマ波動観測器(PWI: Plasma Wave Instrument)も、GEOTAIL 搭載観測器の一つとして順調に観測を行い現在も貴重なデータを送信し続けている。観測されたデータは、プラズマ波動観測スペクトルの full resolution プロットを始め、波動データのみを抽出したデータセット等が、当研究所の生存圏データベースとして共同研究者(スペクトルデータは完全一般公開)へ供給されている。特に、長期間比較データ解析、磁気リコネクション発生領域におけるプラズマ波動強度の空間分布とその磁気リコネクションに関わる役割、磁気圏活動度と極域起源プラズマ波動との関連性など、長期的な観測を集約した解析からイベント毎のデータ解析まで随時共同研究を展開している他、CLUSTER、THEMIS、MMS などの欧米の衛星データ、地上オーロラ観測データおよび、わが国の Arase 衛星と GEOTAIL 衛星のデータを組み合わせた共同観測・解析の共同研究にも貢献している。なお、GEOTAIL 衛星は、2022 年 11 月 28 日をもって 30 年間にわたる長期の運用を停止した。新しいデータの生成は終了しているが、引き続き、オーロラキロメトリック放射からみた磁気圏の活動度の評価、長期観測データと太陽活動度との相関など研究テーマが設定されている。

6. 水星探査ミッションにおける欧州との国際共同研究

2018 年 10 月に打ち上げられた日欧共同水星探査計画「BepiColombo」に、欧州チームとともに参加している。BepiColombo 計画は、水星磁気圏探査機 MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter、日本担当)と水星表面探査機 MPO (Mercury Planetary Orbiter、欧州担当)の 2 機の衛星から構成され、両探査機は、1 機のアリアンロケットで打上げられ

た。そのうち水星の磁気圏を探索する MMO を日本が担当し、そこに搭載するプラズマ波動観測器(PWI: Plasma Wave Investigation, PI: 笠羽 東北大・教授)を、日欧の共同研究グループで構成し開発した。当研究所は、この PWI の Experiment manager をつとめ、搭載機器開発の中心となっている。PWI チームは日本国内の共同研究者に加え、欧州は、フランス、スウェーデン、ハンガリーなど複数の国にまたがる研究者と共同開発体制を整えている。2021 年における、最初の Mercury フライバイに加え、2022 年、2023 年、2024 年のフライバイでも、最接近時に PWI 電源を ON して、水星周辺における磁場や電場としての変動信号を捉えることに成功している。現在は、水星到着に備えてデータ解析の準備を欧州チームとともに実行している。

7. スウェーデンとのバイオマス変換に関する国際共同研究

スウェーデンは木質科学の分野で非常に高いレベルにある。同国の森林面積は約 2,400 万ヘクタールであり、日本とほぼ同様である。一方、世界有数の材木輸出国であり、木質バイオマスの利活用研究が精力的に進められている。本国際共同研究のカウンターパートである Chalmers University of Technology (チェルマース工科大学) はスウェーデンにおける大学ランキング 1 位のトップ大学である。本共同研究では、生物有機化学の Gunnar Westman 教授、酵素化学の Lisbeth Olsson 教授らのグループと木材化学、構造化学の生存圏研究所のグループが有機的に連携することで、従来にないバイオマス変換ステップの実現を目指している。また、Wallenberg Wood Science Center (WWSC)、KTH Royal Institute of Technology と連携して共同研究を進めている。

バイオマスを有効利用する上でリグニンと糖の分離は重要な課題となっている。植物細胞壁中で、リグニンはヘミセルロースと共有結合して Lignin Carbohydrate Complex (LCC) を形成しており、細胞壁の強度や分解性に大きな影響を与えている。バイオマス変換において、このリグニン・糖間結合の切断を高効率で行えれば、主要 3 成分の分離効率は大きく上昇すると期待される。本研究では、リグニン・糖間結合を直接切断する酵素に着目して、エステル型 LCC モデル化合物の合成と酵素による分解反応を行い、LCC の分析と構造解析、酵素の反応特性と分解反応を詳細に解析するとともに、実際の植物細胞壁成分と反応させて起こる構造変換を NMR 法によって観測することを目的として研究を進めている。本国際共同研究は、日本学術振興会 二国間交流事業共同研究、生存圏ミッション研究、新領域研究の支援により研究を進めてきた。関連する成果を付記する。¹⁻²⁶⁾

現状コロナウイルスの影響により、実質的な国際共同研究が滞っているが、状況が改善次第、交流活動を再開して進める予定である。

付記

- 1) Dan AOKI, Kenta NOMURA, Masashi HASHIURA, Yoshinori IMAMURA, Sonoka MIYATA, Noritsugu

- TERASHIMA, Yasuyuki MATSUSHITA, Hiroshi NISHIMURA, Takashi WATANABE, Masato KATAHIRA, Kazuhiko FUKUSHIMA Evaluation of ring-5 structures of guaiacyl lignin in *Ginkgo biloba* L. using solid- and liquid-state ^{13}C NMR difference spectroscopy, *Holzforschung*, 2019.
- 2) 西村裕志, 植物バイオマスの複雑高分子の多次元NMR 構造解析, 月刊 細胞 -構造生物学の最前線, 51, 12, 56 (632)-57 (633) 2019.
 - 3) 西村裕志, リグニンとヘミセルロースをつなぐ共有結合の解明 ~植物バイオマスの高度利用, *アグリバイオ*, 3, 6, 87-89, 2019.
 - 4) Kaori Saito, Yutaka Makimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe, Structural analysis of the free phenolic terminal and non-phenolic units connected through various interunit linkages in lignin polymer, The 20th ISWFPC (oral) 2019.
 - 5) Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Production of antiviral compounds from sugarcane bagasse by microwave solvolysis, The 20th ISWFPC (poster) 2019.
 - 6) Ruibo Li, Ryo Narita, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Antiviral activity of phenolic compounds in pyrolytic acid, and structure-activity relationship, The 20th ISWFPC (poster) 2019.
 - 7) Takashi Watanabe, Yuki Tokunaga, Satoshi Oshiro, Kaori Saito, Hiroyuki Okano, Hiroshi Nishimura, Takashi Nagata, Keiko Kondo, Masato Katahira, Katsuhiko Isozaki, Hikaru Takaya, Masaharu Nakamura, Strategy of lignocellulose conversion using catalysts with controlled affinity to lignin, 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. (oral) 2019.
 - 8) Hiroshi Nishimura, Kazuma Nagata, Misato Yamada, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe, Structural analyses of covalent linkages between lignin and hemicellulose in wood cell walls, 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
 - 9) Saho Kashima, Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Yasuhiro Shimane, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaaki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe. Fractionation and analysis of lignin-carbohydrate complex using lignin-degrading enzymes 2019.1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
 - 10) Ruibo Li, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe. Microwave-assisted degradation of woody biomass for application as antiviral agent against encephalomyocarditis virus. 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
 - 11) 斎藤香織, 牧村裕, 西村裕志, 渡辺隆司, リグニンフェノール性水酸基のメチル化によるフェノール性末端の構造と高分子化学構造の解析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
 - 12) 西村裕志, 鹿島早帆, 山田美紗登, 永田一真, 永田崇, 片平正人, 渡辺隆司, 広葉樹リグニン-多糖間結合の多次元NMR法による構造解析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
 - 13) 木村智洋, 李瑞波, 應田涼太, 西村裕志, 藤田尚志, 渡辺隆司, マイクロ波ソルボリシスにより創出した抗ウイルス活性リグニンの構造および作用機構の分析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
 - 14) 岡野啓志, 斎藤香織, 大城理志, 西村裕志, 渡辺隆司, リグニン親和性ペプチドを結合した白色腐朽

- 菌ラッカーゼによるリグニン分解, 日本農芸化学会関西支部例会 (第 512 回講演会), 2020.2.
- 15) Yuichi Tanida, Hiroshi Nishimura, and Takashi Watanabe, Roles of extracellular metabolites produced by selective white-rot fungi, The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12.
 - 16) Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Lignin-based antiviral inhibitor produced by microwave glycerolysis from sugarcane bagasse, The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12.
 - 17) 西村裕志、鹿島早帆、山田美紗登、渡辺隆司、大田ゆかり、質量分析法によるリグニンの酵素分解反応の解析, 第 4 回 京都市生体質量分析研究会シンポジウム, 2020.2.
 - 18) 西村裕志, NMR による有機材料分析とその試料前処理、データ解釈, 技術情報協会 (依頼執筆, 範囲:第 3 章 9 節 リグノセルロース高分子の NMR 法による構造解析) 2021 年 9 月 ISBN: 9784861048609
 - 19) 西村裕志, 多糖とリグニンをつなぐ結び目構造の解析と利活用展開, 第 15 回 多糖の未来フォーラム 要旨集 pp.12-20, 2021 年 11 月 12 日 招待講演
 - 20) 西村裕志, 永田一真, 永田崇, 片平正人, 渡辺隆司, エステル型リグニン-多糖間結合の構造解析, 第 72 回日本木材学会大会(oral online), 2022-03-16
 - 21) 西村裕志, 木質バイオマスの分子構造に学び活かす循環型未来社会 京大テックフォーラム 2022 年 3 月 22 日 招待講演
 - 22) 西村裕志, 「植物バイオマスから環境調和型プロセスでつくるリグニン素材」NEDO 若手研究者研究シーズイベント、2021/08/03, 2021/08/26, 2021/09/08, 2022/3/18 (oral online)
 - 23) 西村裕志, 木質バイオマスの分子構造にみる循環型社会へのアプローチ, 京都大学生存圏研究所 オープンセミナー (オンライン), 2022 年 7 月 13 日
 - 24) 西村裕志, リグニンの分離、構造解析とリグノセルロース高分子の創製, 技術情報協会 技術セミナー (オンライン), 2022 年 12 月 22 日
 - 25) Hiroshi Nishimura, Fourier transform MS and NMR analyses of lignocellulose from forest trees, 2022.12.16, Finland-Japan Joint Seminar-Sustainable Water Management in Forested Catchment
 - 26) 西村裕志, リグノセルロースバイオマスの環境調和型高度利用技術の開発, イノベーション・ジャパン 2022, ND-033, 2022/10/04-2022/10/31
 - 27) 西村裕志, リグニン多糖複合体(LCC)の構造と機能, リグニン学会 特別セミナー 2024 年 3 月 28 日, 招待講演
 - 28) 西村裕志, 脱炭素社会に向けた NMR 分光法によるリグノセルロース系バイオマスの構造解析, ゼロエミッション拠点成果報告会, 2024 年 3 月 28 日, 招待講演
 - 29) 西村裕志, リグノセルロースの構造解析と潜在力を活かした利活用, 紙パルプ技術協会 2024 年 3 月 8 日, オンライン招待講演
 - 30) Hiroshi Nishimura, “Unlocking the Potential of Lignin, Next-Generation Green Polymers for a Carbon Neutral Future”, InnoVision from Top Universities of West Japan, 2025 年 1 月 21 日 (Singapore), 招待講演
 - 31) 西村 裕志, 植物がつくるリグニンの見えない力 新素材の可能性を探る, 令和 6 年度 京

都大学生存圏研究所 公開講座, 2024 年 12 月 13 日

- 32) 西村 裕志, リグニンの多様性と持続可能な新素材への展望, 第 40 回日本腐植物質学会講演会(京都工芸繊維大学), 2024 年 11 月 30 日
- 33) 西村裕志, 木質バイオマスからつくるサステイナブル新素材, 高分子学会エコマテリアル研究会(京都工芸繊維大学), 2024 年 10 月 11 日
- 34) 西村 裕志, パネリスト講演 「植物バイオマス新素材で創る持続可能な循環型社会」, GX リーグ (経済産業省), 2024 年 12 月 6 日
- 35) 西村 裕志, 「森林バイオマスから高付加価値サステイナブル新素材へ」社会実装フォーラム, 京都市, 2024 年 11 月 26 日
- 36) Hiroshi Nishimura, “Solution-state NMR of lignin and lignin-carbohydrate complexes”, Pre-Symposium. The 2nd ILS Pre-Symposium, 2024 年 9 月 7 日、招待講演、パネリスト

8. 米国、香港、韓国、スペイン等との木質バイオマスの形成機構と代謝工学に関する国際共同研究

本国際共同研究では、種々のバイオマス生産植物における細胞壁の構造と形成機構に関わる基盤研究を進める。特に、バイオマス、すなわち細胞壁を構成するリグノセルロースの主要成分であるリグニンの代謝制御機構の詳細解明と代謝工学的制御を通じ、各種バイオマス利用特性を高めた新たなバイオテクノロジー素材を得ることを目指す。

米国のウィスコンシン大学 John Ralph 博士、オクラホマ大学 Laura Bartley 博士、ブルックヘブン国立研究所 Chang-Jun Liu 博士らの研究グループとは、リグニンのアシル修飾基の生合成と代謝工学的変化に関わる共同研究を 2016 年から実施している。当研究所で作出したリグニンの構造を種々に改変した組換えイネ株について、Ralph 研究室が開発したアシル化リグニンの精密化学分解解析を実施し、アシル化リグニンの形成に寄与するイネ科植物特有の生合成代謝経路が存在することを世界に先駆けて明らかにしている。関連する種々のリグニン改変組換え植物の解析なども実施し、これまでに 10 報の国際共著論文及び 1 編の共著図書を発表している。2019 年 8 月から 8 ヶ月間、Laura Bartley 博士を生存圏研究所客員准教授として招聘し、上記の研究課題に関わる共同実験を実施した。2025 年 7 月には、リグニン研究を主題として、国際研究集会ゴードン会議 (Gordon Research Conference-Lignin) を、chair (Bartley 博士) 及び vice-chair (飛松) として、共同会開催した。

香港大学 Clive Lo 博士及びスペイン高等科学研究院 Jorge Rencoret 博士の研究グループとは、イネ科バイオマスに特徴的なリグニンの新規部分構造として最近発見されたフラボノリグニンに関わる共同研究を 2016 年から実施している。これまでに、イネにおけるフラボノリグニン形成に関与する複数のフラボン合成遺伝子の同定とその発現制御によるフラボノリグニンの量及び構造を改変したイネ組換え株の作出に世界に先駆けて成功するなど、これまでに 9 報の国際共著論文及び 1 編の共著図書を発表している。現在、さらなるフラボノリグニンの形成機構のさらなる詳細解明と生理学的機能ならびにイネ科バイオマスの

利用特性に及ぼす寄与の解明を目指した共同研究を実施している。

高麗大学校 Ohkmae K. Park 教授の研究グループとは、植物の病害応答におけるリグニンの寄与についての共同研究を 2016 年から開始した。植物が病原体の侵入に応答して合成するリグニンを主要成分とする防御壁の形成プロセスを当研究所で開発した合成蛍光プローブを利用して高精度に可視化することに成功した。この現象に深く関わる新規遺伝子群の同定や代謝物輸送機構の解明に貢献し、これまでに 3 報の国際共著論文を発表している。現在、植物の病害応答機構におけるリグニンの寄与のさらなる詳細解明に向けた共同研究を進めている。

付記

共著論文(所内担当者と共同研究先代表者に下線)

- Senri Yamamoto, Osama Ahmed Afifi, Lydia Pui Ying Lam, Yuri Takeda-Kimura, Yuriko Osakabe, Keishi Osakabe, Laura E. Bartley, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu. Disruption of aldehyde dehydrogenase decreases cell wall-bound *p*-hydroxycinnamates and improves cell wall digestibility in rice. *The Plant Journal*, 120, 2828–2845 (2024) (<https://doi.org/10.1111/tpj.17148>)
- Nidhi Dwivedi, Senri Yamamoto, Yunjun Zhao, Guichuan Hou, Forrest Bowling, Yuki Tobimatsu, Chang-Jun Liu. Simultaneous suppression of lignin, triclin and wall-bound phenolic biosynthesis via the expression of monolignol 4-*O*-methyltransferases in rice. *Plant Biotechnology Journal*, 22, 330–346 (2024). (<http://doi.org/10.1111/pbi.14186>)
- Lydia Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Shiro Suzuki, Takuto Tanaka, Senri Yamamoto, Yuri Takeda-Kimura, Yuriko Osakabe, Keishi Osakabe, John Ralph, Laura E Bartley, Toshiaki Umezawa. Disruption of *p*-coumaroyl-CoA:monolignol transferases in rice drastically alters lignin composition. *Plant Physiology*, 194, 832–848 (2024). (<http://doi.org/10.1093/plphys/kiad549>)
- Lydia Pui Ying Lam, Lanxiang Wang, Andy C. W. Lui, Hongjia Liu, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Clive Lo. Flavonoids in major cereal grasses: distribution, functions, biosynthesis, and applications. *Phytochemistry Reviews*, 22, 1399–1438 (2023). (<https://doi-org.kyoto-u.idm.oclc.org/10.1007/s11101-023-09873-0>)
- Andy C. W. Lui, Kah Chee Pow, Nan Lin, Lydia Pui Ying Lam, Guoquan Liu, Ian D. Godwin, Zhuming Fan, Chen Jing Khoo, Yuki Tobimatsu, Lanxiang Wang, Quan Hao, Clive Lo. Regioselective stilbene *O*-methylations in *Saccharinae* grasses. *Nature Communications*, 14, 3462 (2023). (<https://doi.org/10.1038/s41467-023-38908-5>)
- Hwi Seong Jeon, Eunjeong Jang, Jinwoo Kim, Seu Ha Kim, Myoung-Hoon Lee, Myung Hee Nam, Yuki Tobimatsu, Ohkmae K. Park. Pathogen-induced autophagy regulates monolignol transport and lignin formation in plant immunity. *Autophagy*, 19, 597–615, DOI: 10.1080/15548627.2022.2085496 (2023).

- Pui Ying Lam, Lanxiang Wang, Andy C W Lui, Hongjia Liu, Yuri Takeda-Kimura, Mo-Xian Chen, Fu-Yuan Zhu, Jianhua Zhang, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Clive Lo. Deficiency in flavonoid biosynthesis genes CHS, CHI, and CHIL alters rice flavonoid and lignin profiles. *Plant Physiology*, 188, 1993–2011, DOI: 10.1093/plphys/kiab606 (2022).
- Daisuke Ando, Fachuang Lu, Hoon Kim, Alexis Eugene, Yuki Tobimatsu, Ruben Vanholme, Thomas J. Elder, Wout Boerjan, John Ralph. Incorporation of catechyl monomers into lignins: lignification from the non-phenolic end via Diels–Alder cycloaddition? *Green Chemistry*, 23, 8995–9013, DOI: 10.1039/D1GC03022A (2021).
- Jorge Rencoret, Ana Gutiérrez, Gisela Marques, José Carlos del Rio, Yuki Tobimatsu, Pui Ying Lam, Marta Pérez-Boada, Francisco Javier Ruiz-Dueñas, José María Barrasa, Angel T. Martinez. New insights on structures forming the lignin-like fractions of ancestral plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 740923, DOI: 10.3389/fpls.2021.740923 (2021).
- Yunjun Zhao, Xiaohong Yu, Pui-Ying Lam, Kewei Zhang, Yuki Tobimatsu, Chang-Jun Liu. Monolignol acyltransferase for lignin *p*-hydroxybenzoylation in *Populus*. *Nature Plants*, 7, 1288–1300, DOI: 10.1038/s41477-021-00975-1 (2021).
- Pui Ying Lam, Andy CW Lui, Lanxiang Wang, Hongjia Liu, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Clive Lo. Tricin biosynthesis and bioengineering. *Frontiers in Plant Science*, 12, 733198, DOI: 10.3389/fpls.2021.733198 (2021).
- Seu Ha Kim, Pui Ying Lam, Myoung-Hoon Lee, Hwi Seong Jeon, Yuki Tobimatsu and Ohkmae K. Park. The Arabidopsis R2R3 MYB transcription factor MYB15 is a key regulator of lignin biosynthesis in effector-triggered immunity. *Frontiers in Plant Science*, 11, 583153, DOI: 10.3389/fpls.2020.583153 (2020).
- Andy CW Lui, Pui Ying Lam, Chan Kwun-Ho, Lanxiang Wang, Yuki Tobimatsu, and Clive Lo. Convergent recruitment of 5'-hydroxylase activities by CYP75B flavonoid B-ring hydroxylases for triclin biosynthesis in Medicago legumes. *New Phytologist*, 228, 269–284, DOI: 10.1111/nph.16498 (2020).
- Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Naoyuki Matsumoto, Shiro Suzuki, Wu Lan, Yuri Takeda, Masaomi Yamamura, Masahiro Sakamoto, John Ralph, Clive Lo and Toshiaki Umezawa. OsCALDOMT1 is a bifunctional *O*-methyltransferase involved in the biosynthesis of triclin-lignins in rice cell walls. *Scientific Reports*, 9, 11597, DOI: 10.1038/s41598-019-47957-0 (2019).
- Pui Ying Lam, Andy Lui, Masaomi Yamamura, Lanxiang Wang, Yuri Takeda, Shiro Suzuki, Hongjia Liu, Fu-Yuan Zhu, Mo-Xian Chen, Jian-Hua Zhang, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, and Clive Lo. Recruitment of specific flavonoid B-ring hydroxylases for two independent biosynthesis pathways of flavone-derived metabolites in grasses. *New Phytologist*, 223, 2014–219, DOI:10.1111/nph.15795 (2019).

- John H. Grabber, Christy Davidson, Yuki Tobimatsu, Hoon Kim, Fachuang Lu, Yimin Zhu, Martina Opietnik, Nicholas Santoro, Cliff E. Foster, Fengxia Yue, Dino Ress, Xuejun Pan, John Ralph, Structural features of alternative lignin monomers associated with improved digestibility of artificially lignified maize cell walls. *Plant Science*, 287, 110070, DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.02.004. (2019).
- Myoung-Hoon Lee, Hwi Seong Jeon, Seu Ha Kim, Joo Hee Chung, Daniele Roppolo, Hye-Jung Lee, Hong Joo Cho, Yuki Tobimatsu, John Ralph and Ohkmae K. Park. Lignin-based barrier restricts pathogens to the infection site and confers resistance in plants. *The EMBO Journal*, e101948, DOI: 10.15252/embj.2019101948 (2019).
- Yuri Takeda, Yuki Tobimatsu, Steven D. Karlen, Taichi Koshiba, Shiro Suzuki, Masaomi Yamamura, Shinya Murakami, Mai Mukai, Takefumi Hattori, Keishi Osakabe, John Ralph, Masahiro Sakamoto, and Toshiaki Umezawa, Downregulation of p-COUMAROYL ESTER 3-HYDROXYLASE in rice leads to altered cell wall structures and improves biomass saccharification. *The Plant Journal*, 95, 796–811(2018).
- Yanding Li, Li Shuai, Hoon Kim, Ali Hussain Motagamwala, Justin K. Mobley, Fengxia Yue, Yuki Tobimatsu, Daphna Havkin-Frenkel, Fang Chen, Richard A. Dixon, Jeremy S. Luterbacher, James A. Dumesic, and John Ralph. An “ideal lignin” facilitates full biomass utilization. *Science Advances*, 4, eaau2968 (2018).
- Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Yuri Takeda, Shiro Suzuki, Masaomi Yamamura, Toshiaki Umezawa, and Clive Lo, Disrupting Flavone Synthase II alters lignin and improves biomass digestibility. *Plant Physiology*, 174, 972–985 (2017).

共著書（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Yuki Tobimatsu, Toshiyuki Takano, Toshiaki Umezawa, and John Ralph, “Solution-state multidimensional NMR of lignins: approaches and applications.” In: Lu F. and Yue F. (eds) *Lignin: Biosynthesis, Functions, and Economic Significance*, pp 79–110, Nova Science Publishers Inc., Hauppauge, NY, US (2019).
- 飛松裕基, Pui Ying Lam, 梅澤俊明, Clive Lo. イネ科バイオマスの特徴づけるフラボノリグニンの生合成と代謝工学. 月刊 アグリバイオ 2019年6月号 pp.66–72, 北隆館 (2019).

9. ファインバブルに関する国際共同研究

国際標準として規定されている微細気泡（ファインバブル）の基礎・応用研究を活性化させるため、これまで主に中国、タイ王国と共同研究を行ってきた。2024年は、関連

する国際会議として Nanobubble2024 を主催し、156 名と多数の参加があった。開催に関連して、現在、米国、英国、インド、韓国および台湾など、幅広い国際共同研究を模索しており、2025 年には二国間交流事業として「日印ファインバブル研究シンポジウム」を開催予定のほか、2026 年の国際会議開催(Nanobubble2026, 米国)に向けた準備も行いつつある。

付記

- Nanobubble2024 国際シンポジウム(第 533 回生存圏シンポジウム) 2024/10/9-12
- The 20th ISO/TC281 meeting に参加 (韓国・ソウルにて開催) 2024/10/14-16
- Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research on Fine/Ultra-fine Bubble Applications: Advancing Fundamental Studies, The 8th Japan-Taiwan Workshop on Plasma Leading Science and Technology (JTPL2024), Dec 14, 2024
- **[Invited]** Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research in Basic Studies on the Applications of Fine Bubbles in Japan, Seminar at Academia Sinica, Dec 5, 2024
- **[Invited]** Yoshikatsu Ueda, Ayana Ito, Tetsuji Okuda, Yomei Tokuda, Minoru Tanigaki, Akifumi Sugiyama, Shuichiro Kuwajima, Transdisciplinary Research on Fine Bubble Applications in Japan: Fundamentals and Innovations, Student Lecture at National Taiwan University, Dec 5, 2024

10. 国際的視野にたった木製文化財等の科学的調査

1. 概要

我が国の適所適材の用材観や伝統的木製品は、国内外の相互の文化交流の歴史によって培われた賜物であり、それらの知識なしに、我が国特有の木の文化を理解することは不可能である。これまで日本における様々な木彫像をはじめとした文化財の樹種識別や年代などの科学的調査を行ってきた中で、例えば日本の仏像や神像には時代によってさまざまな樹種が選択的に使用されていたこと、そして歴史的・地域的に変遷をとげたことなどが徐々に判明してきた。一方、日本と同様木彫像を制作したものの、当事国に木彫像があまり残されていないことなどから科学的調査が遅れている東アジア諸国については、どのような樹種が選択されているのか、不明な点が多く残されており、課題となってきた。

本年度は、継続してアメリカ・フランスなどの美術館等に保管されている主に日本に由来するとされる木彫像の樹種調査や年代調査、そして美術史専門家らとの学際的な研究をす

すめてきた。

2022年に論文として公開した、世界中に散逸したとされてきた日本の神像群約20体弱の研究については、今年度、それと同一グループに属すると考えられる3体が新たにヨーロッパで発見された。これらについての研究を進めてきており、樹種調査については完了している。一部について進めている放射性年代測定結果を待って、論文や報告書などとしてまとめる予定である。

今後も国際的視野にたった木製文化財調査をすすめていく。特に東アジアの用材観は、我々日本の歴史ならびに東アジア地域の宗教上の繋がりを知る上でも貴重な情報といえる。今後もデータベースの拡充と学際的研究にむけて尽力したい。

11. Arase 衛星による内部磁気圏電磁環境探査に関する国際共同研究

2016年12月に打ち上げられた我が国の内部磁気圏探査衛星 Arase において、そこで発生する波動-粒子相互作用に関する観測的研究を国際共同で展開している。Arase 衛星に搭載されたプラズマ波動観測装置 PWE(PWE: Plasma Wave Experiment, PI: 金沢大・笠原禎也教授)において、当研究所は、Co-PIならびに、Experiment manager として、開発・設計および運用に重要な役割を果たしている。そして、打ち上げ後は、特に、そこで発生しているプラズマ波動の観測とその励起メカニズムについて、国際共同により研究を展開している。一方、電子速度分布関数とコーラス放射スペクトル特性や、電磁波の伝搬特性に関して他の衛星(Van Allen probes、DSX)との同時観測やそれを用いたクロスキャリブレーションなどにおいて成果をおさめている。

12. 中国科学院上海植物生理生態研究所とのバイオマス生産植物の分子育種に関する国際共同研究

本国際共同研究では、中国科学院上海植物生理生態研究所(PI: Laigeng Li 博士)と共同で、持続型バイオマスリファイナーに資する新たなバイオマス育種素材の開発を行う。ゲノム編集を始めとする近年進歩の著しい植物分子育種技術を駆使して、樹木(主にポプラ)やイネ科植物(主にイネ及びソルガム)をターゲットに、バイオ化成品(燃料・プラスチック原料など)の持続的生産に適した植物育種素材の開発を日中共同して進めている。これまでに、特にバイオ燃料生産特性に大きく寄与するリグニン量を増減させた新規なイネ及びポプラ組換え株の作出をそれぞれ当研究所と中国側で実施し、得られたバイオマス試料の各種化学分析法やNMR法を用いた性状解析は当研究所を中心に進めている。平成30年2月から4月にかけて、中国側代表研究者である Laigeng Li 博士を生存圏研究所客員教授として招聘し、本研究課題に関わる実験を共同で実施した。また本研究課題に関連する国際シンポジウムを平成30年10月に上海、平成31年2月に宇治において、開催した。本研究課

題に関連して、日本学術振興会 H30 年度二国間交流事業 [研究代表：梅澤俊明（京大生存研）及び Laigeng Li（上海植物生理生態研究所）] が採択されている。また当研究所におけるミッション 5-2 推進課題プロジェクトの一環の活動でもある。

これまでの主な成果として、リグニン生合成転写因子 LTF1 を過剰発現したポプラ組換え株について、組織特異的プロモータを活用して、良好なバイオマス生産性を維持したまま、バイオマス酵素糖化性が大きく向上した新規ラインを得ることに成功している。この成果については、英国科学誌 *New Phytologist* において共同で論文成果発表を行った (Gui et al., 2021)。そのほか、合わせて 3 報の国際共著論文を発表している。

付記

共著論文（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Jinshan Gui, Laifu Luo, Yu Zhong, Jiayan Sun, Toshiaki Umezawa, Laigeng Li. Phosphorylation of LTF1, a MYB transcription factor in *Populus*, acts as a sensory switch regulating lignin biosynthesis in wood cells. *Molecular Plant*, 12, 1325-1337 (2019) (<https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.05.008>).
- Jinshan Gui, Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Jiayan Sun, Cheng Huang, Shumin Cao, Yu Zhong, Toshiaki Umezawa, Laigeng Li. Termite gut microbiota contribution to wheat straw delignification in anaerobic bioreactors. *New Phytologist* 226: 1074-1087 (2020) (<https://doi.org/10.1111/nph.16411>).
- Wei Li, Ying-Chung Jimmy Lin, Ying-Lan Chen, Chenguang Zhou, Shuang Li, Nette De Ridder, Dyonis M. Oliveira, Lanjun Zhang, Baocai Zhang, Jack P. Wang, Changzheng Xu, Xiaokang Fu, Keming Luo, Ai-Min Wu, Taku Demura, Meng-Zhu Lu, Yihua Zhou, Laigeng Li, Toshiaki Umezawa, Wout Boerjan, Vincent L. Chiang. Woody plant cell walls: Fundamentals and utilization. *Molecular Plant*, 17, 112-140 (2024) (<https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.12.008>)

外部資金獲得

- 日本学術振興会二国間交流事業「クリーンエネルギー生産に向けたリグノセルロース分子育種と超分子構造解析」（研究代表者：梅澤俊明、Laigeng Li；2020年-2022年）

13. フランス国立農学研究所及びオランダ国立ワーゲニンゲン大学とのバイオマスの生物変換に関する国際共同研究

本国際共同研究では、フランス国立農学研究所 INRA (PI: Guillermina Hernandez-Raquet 博士) 及びオランダ国立ワーゲニンゲン大学 (PI: Mirjam Kabel 博士) の研究グループと共同で、木質バイオマスから効率的に燃料や有用化成品を作り出す循環型資源利用システム（バイオリファイナリー）への応用を目的とした新たなバイオマス変換プロセスの開発を行っている。自然界でバイオマスを効率的に生分解するシロアリや草食哺乳動物の腸内共

生微生物に基づくバイオリアクターとメカノケミカル処理を組み合わせ、バイオマスの主要成分であるリグニン及び多糖類を有用化成品原料物質へと直接変換する新規なバイオマス分解プロセスの構築を目指す。バイオリアクターによるバイオマス処理プロセスの設計は INRA が中心となって実施し、当研究所とワーゲニンゲン大学はバイオマス分解物の化学構造解析を担当している。当研究所では、これまでに、バイオリアクターにより処理されたコムギわらバイオマス試料の高分解能多次元 NMR 法を用いた精密化学構造解析を実施し、バイオリアクターの構成及びメカノケミカル前処理の強度に応じて、試料中のリグニン及び多糖類の分解挙動が特徴的に変化することを見出している。2020 年には、シロアリ腸内細菌を使ったバイオリアクターによるリグノセルロースの効率的分解に成功するとともに、嫌気性条件下におけるリグニンの新規分解経路を明らかにし、それらの成果を共同論文発表した。なお、2019 年度には、在日フランス大使館科学技術部 EXPLORATION JAPON プログラムの支援のもと、INRA の Guillermina Hernandez-Raquet 博士を招聘した。また 2020 年度からは、日本学術振興会二国間交流事業 SAKURA プログラムの支援を受け、共同研究と学术交流のさらなる推進を行った。

付記

共著論文（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Louison Dumond, Pui-Ying Lam, Gijs van Erven, Mirjam Kabel, Fabien Mounet, Jacqueline Grima-Pettenati, Yuki Tobimatsu, Guillermina Hernandez-Raquet. Termite gut microbiota contribution to wheat straw delignification in anaerobic bioreactors. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 9: 2191-2202, DOI: 10.1021/acssuschemeng.0c07817 (2021).

メディア発表

- アメリカ化学会 *Discover Chemistry*, February 17, 2021. “Termite gut microbes could aid biofuel production”. <https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/presspacs/2021/acs-presspac-february-17-2021/termite-gut-microbes-could-aid-biofuel-production.html>. 他

外部資金獲得

- 日本学術振興会－フランス MEAE-MESRI 二国間交流事業「新規な微生物共生系とバイオマス解析法を核心とするバイオリファイナリー共同研究」（研究代表者：飛松裕基、Guillermina Hernandez-Raquet；2020 年-2022 年）

14. フランスのロレーヌ大学と「植物生理活性物質とその生合成」の共同研究

フランスは、現在化学農薬の大幅削減に向けた EcophytoII+ と呼ばれる国家プロジェクトを施行するなど、脱炭素社会に向けた意識が非常に高い国であり、その実現に向けて植物の生理活性物質に関する生合成研究も盛んである。本共同研究では、ロレーヌ大学 Laboratoire Agronomie et Environnement の Alain Hehn 教授及び前任教授の Frédéric Bourgaud 博士と共に、植物生理活性物質の生合成ならびにその生理的役割に対する理解を深め、天然資源の社会実装を目指した研究を進めている。

植物が生産する多様な代謝産物は、古くから我々の衣・食・住を様々な側面から支えてきた。さらに近年では、持続的社会的構築に向け、こうした植物の生産する代謝産物に対する注目が高まっている。中でもプレニル化フェノール類は、抗腫瘍活性や抗酸化作用といったヒトの健康にメリットのある生理活性を持つことから、医薬品原料、また食品や化粧品の機能性添加物等としての利用が非常に期待される化合物群である。本共同研究では、プレニル化フェノール生合成の鍵ステップを担うプレニル化酵素 (PT) を主役に据え、プレニル化フェノール生合成研究とその代謝工学を進めてきた。これまでに、新規の PT 遺伝子の同定・分子進化解析を通じて、プレニル化フェノール類の一種で、植物の化学防御機構に貢献するフラノクマリン類の生合成、及び進化様式に関する重要な知見を世界に先駆けて報告した (Karamat et al., *Plant J.*, 2014; Munakata et al., *New Phytol.*, 2016; Munakata et al., *New Phytol.*, 2020)。フラノクマリン類は人に有用な薬理活性を持つが、食品分野等においては、柑橘製品に含まれるフラノクマリン類は薬理動態をかく乱する有害物質として働く側面もある。ロレーヌ大学との共同研究により、柑橘類に特徴的なフラノクマリン生合成経路の一端を解明した (Munakata et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2021)。これは、フラノクマリン成分のない柑橘品種の育種への足掛かりとなる重要な知見となった。また、柑橘類における新たなプレニル化フェノール化合物の発見、及びその生合成に関わる PT 遺伝子の同定も達成してきた (Munakata et al., *Plant Physiol.*, 2014)。さらに、フラノクマリン生合成については、PT とは別の酵素ファミリーも共同で解析を進め、論文にまとめた (Villard et al., *New Phytol.*, 2021)。

本共同研究の発展形の 1 つとして、最近では生合成の基礎的理解に立脚した代謝工学を行っている。ブラジル産プロポリスは、健康食品として世界中で人気の高い養蜂製品であるが、その主な薬効成分であるプレニル化フェノールのアルテピリン C は、プロポリス含量が環境要因によって容易に一桁程も変動するという品質上大きな問題を抱えている。本共同研究では、アルテピリン C 生合成を担う PT 遺伝子を発見し、この遺伝子を利用して酵母におけるアルテピリン C 生産系を実現した (Munakata et al., *Commun. Biol.* 2019)。上記の一連の共同研究は生存圏研究所内若手支援予算、JSPS 日仏交流促進事業及び JSPS 海外特別研究員制度の支援により行われてきた。

Hehn 教授は、植物二次代謝産物を介した植物と共生微生物との相互作用に関する研究を近年精力的に推進しており、このテーマの下で生存圏研究所・森林圏遺伝子統御分野に在籍

していた修士学生が Hehn 教授に師事し、博士号を取得した。

2023 年度は、プレニル化フェノール類の共同研究に関して、棟方が博士課程学生 2 人、修士学生 1 人と共に Hehn 教授および Bourgaud 博士の元を訪ね、研究報告を行うとともに、新たなプロジェクトの立ち上げについて議論した。さらに、Hehn 教授の学生と共にルクセンブルクで開かれた植物バイオテクノロジー関連の国際学会 Phytofactories 2023 に参加した。また、同行した博士課程の学生 1 人、修士課程の学生 1 人については、引き続き約 1 か月間 Hehn 教授のラボに滞在し、技術習得のために実験を行った。帰国後もこの実験に関するサンプルを Hehn 教授から送っていただき、共同研究を進展させている。このように本共同研究は一度コロナ過で活動が抑えられていたが、人的交流も含めて再始動できており、今後さらなる成果が期待される。2024 年度は、セリ科植物のフラノクマリン生合成においてカギとなる PT の触媒機構を解明し、その成果を学術論文として報告した (Han et al., *Plant Cell Physiol*, 2025)。

付記

関連の共著論文 (所内担当者に下線、共同研究先代表者に下点線)

- Fazeelat Karamat*, Alexandre Olry*, Ryosuke Munakata*, Takao Koeduka, Akifumi Sugiyama, Cedric Paris, Alain Hehn, Frédéric Bourgaud, Kazufumi Yazaki, “A coumarin-specific prenyltransferase catalyzes the crucial biosynthetic reaction for furanocoumarin formation in parsley”, *The Plant Journal*, 77 (4): pp. 627–638 (2014). *co-first authors
- Ryosuke Munakata, Tsuyoshi Inoue, Takao Koeduka, Fazeelat Karamat, Alexandre Olry, Akifumi Sugiyama, Kojiro Takanashi, Audray Dugrand, Yann Froelicher, Ryo Tanaka, Yoshihiro Uto, Hitoshi Hori, Jun-Ichi Azuma, Alain Hehn, Frédéric Bourgaud, Kazufumi Yazaki, “Molecular cloning and characterization of a geranyl diphosphate-specific aromatic prenyltransferase from lemon”, *Plant Physiology*, 166(1): pp. 80–90 (2014).
- Ryosuke Munakata*, Alexandre Olry*, Fazeelat Karamat, Vincent Courdavault, Akifumi Sugiyama, Yoshiaki Date, Célia Krieger, Prisca Silie, Emilien Foureau, Nicolas Papon, Jérémy Grosjean, Kazufumi Yazaki, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, “Molecular evolution of parsley (*Pastinaca sativa*) membrane-bound prenyltransferases for linear and/or angular furanocoumarin biosynthesis”, *New Phytologist*, 211 (1): pp. 332–344 (2016). *co-first authors
- Ryosuke Munakata, Tomoya Takemura, Kanade Tatsumi, Eiko Moriyoshi, Koki Yanagihara, Akifumi Sugiyama, Hideyuki Suzuki, Hikaru Seki, Toshiya Muranaka, Noriaki Kawano, Kayo Yoshimatsu, Nobuo Kawahara, Takao Yamaura, Jérémy Grosjean, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Isolation of *Artemisia capillaris* membrane-bound di-prenyltransferase

for phenylpropanoids and redesign of artemisinic acid in yeast”, *Communications Biology*, 2, Article number: 384 (2019).

- Ryosuke Munakata, Sakihito Kitajima, Andréina Nuttens, Kanade Tatsumi, Tomoya Takemura, Takuji Ichino, Gianni Galati, Sonia Vautrin, Hélène Bergès, Jérémy Grosjean, Frédéric Bourgaud, Akifumi Sugiyama, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Convergent evolution of the UbiA prenyltransferase family underlies the independent acquisition of furanocoumarins in plants”, *New Phytologist*, 225 (5):pp. 2166-2182 (2020).
- Ryosuke Munakata, Alexandre Olry, Tomoya Takemura, Kanade Tatsumi, Takuji Ichino, Cloé Villard, Joji Kageyama, Tetsuya Kurata, Masaru Nakayasu, Florence Jacob, Takao Koeduka, Hirobumi Yamamoto, Eiko Moriyoshi, Tetsuya Matsukawa, Jérémy Grosjean, Célia Krieger, Akifumi Sugiyama, Masaharu Mizutani, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Parallel evolution of UbiA superfamily proteins into aromatic *O*-prenyltransferases in plants”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118 (17): e2022294118 (2021).
- Cloé Villard, Ryosuke Munakata, Sakihito Kitajima, Robin van Velzen, Michael Eric Schranz, Romain Labat, Alain Hehn, “A new P450 involved in the furanocoumarin pathway underlies a recent case of convergent evolution”, *New Phytologist*, 231 (5):pp 1923–1939 (2021)
- Junwen Han, Ryosuke Munakata, Hironobu Takahashi, Takao Koeduka, Mayumi Kubota, Eiko Moriyoshi, Alain Hehn, Akifumi Sugiyama, Kazufumi Yazaki, “Catalytic mechanism underlying the regiospecificity of coumarin-substrate transmembrane prenyltransferases in Apiaceae”, *Plant and Cell Physiology*, 1-14 (2025).

15. 南京林業大学との木材用接着剤の開発に関する国際共同研究

南京林業大学は 1996 年から MOU を締結しており、木材科学分野での様々な共同研究を行ってきた。本国際共同研究では、家具学院の趙中元准教授とともに木材用天然系接着剤の開発を行っている。

木質材料は、接着剤によって木材エレメント同士を接着接合しているが、一般に使用されている接着剤はホルムアルデヒド系樹脂をはじめとした合成樹脂である。この合成樹脂接着剤は化石資源由来の物質を原料としていることが多いため、昨今の SDGs の推進や脱炭素化といった世界的な取り組みを背景にその利用の低減が求められている。その代替として、バイオマス为原料とした天然系接着剤の利用が望まれているが、現状では合成樹脂接着剤に匹敵する天然系接着剤はほとんど報告されておらず、未だ発展途上である。

そこで、汎用で安全性の高いバイオマス由来物質を主原料に用い、調製が容易で高い接着性能を示す新たな接着剤の開発に取り組んでいる。最近、スクロースなどの糖類に着目した接着剤の開発を検討している。

16. マレーシア パームオイル庁との熱帯泥炭地のプランテーション化による温室効果ガス動態の変化機構の解明に関する国際共同研究

本国際共同研究では、マレーシア パームオイル庁、北海道大学、日本原子力研究機構などと、東南アジア熱帯泥炭地のオイルパームプランテーション化に伴う温室効果ガス（二酸化炭素やメタンなど）動態の変化について明らかにするための調査研究を日本学術振興会・科学研究費補助金・基盤 S（代表：平野高司：北海道大学）などの一環として進めている（）。熱帯泥炭地は地下部に膨大な炭素を貯蓄する泥炭湿地林として長い間存在してきたが、近年の人為的開発（樹木の伐採、排水路の建設、プランテーション化）などを受けてその環境が急速に変化してきた。本研究では、マレーシア・パームオイル庁やサラワク熱帯泥炭研究所、インドネシア・パラカラヤ大学などとの国際共同研究として進められ、当研究所ではその中で地表面からの温室効果ガス排出機構や地下水に溶存する炭素（溶存有機炭素）の動態に関する研究を進めてきた。これまでに、熱帯泥炭地の酸性土壌の pH を上昇させることで泥炭のメタン生成能やそれに関する微生物群の割合が増加することを明らかにし、CATENA 誌に論文成果発表を行った他、泥炭の放射性炭素年代測定などから、開発による分解や焼失で大気中に二酸化炭素として放出された炭素の量や、泥炭に残った炭素の年代などを明らかにし学会発表も行ってきた。

付記

共著論文（所内担当者と 共同研究先代表者に下線）

•Kitso K, Ogawa K, Doi H, Tokida T, Adi J, Hirano T, Itoh M* (*Corresponding Author).

Increasing the pH of tropical peat can enhance methane production and methanogenic growth under anoxic conditions, CATENA, in press (2025) (<https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108791>)

•Hirano T, Ohkubo S, Itoh M, Tsuzuki H, Sakabe A, Kitso K, Takahashi H, Osaki M.

Large variation in carbon dioxide emissions from tropical peat swamp forests due to disturbances, Communications Earth & Environment 5, 221 (2024) (<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01387-7>)

•伊藤雅之、白杉直子、坂本薫. 持続可能な食文化と環境を考える (2) 食料生産が生み出す環境問題—熱帯林からアブラヤシプランテーションへ, 日本調理科学会誌 56, 237-245, (2023) (<https://doi.org/10.11402/cookeryscience.56.237>)

•Nishina K, Melling L, Toyoda S, Itoh M, Waili JWB, Wong GX, Kiew F, Aeries EB, Hirata R, Takahashi Y, Onodera T. Dissolved N₂O concentrations in oil palm plantation drainage in a peat swamp of Malaysia, Science of the Total Environment 872, 162062 (2023) (<https://doi.org>

/10.1016/j.scitotenv.2023.162062)

台湾・中央研究院、フィリピン・サント・トーマス大学及びアテネオ・デ・マニラ大学との熱帯・亜熱帯湖温室効果ガス動態の緯度間比較についての国際共同研究

本国際共同研究では、台湾・中央研究院、フィリピン・サント・トーマス大学及びアテネオ・デ・マニラ大学、総合地球環境学研究所、神戸大学、山口大学、北海道大学、滋賀県立大学、信州大学などと、東南アジア熱帯・亜熱帯湖沼のメタンなど温室効果ガス動態について明らかにするための調査研究を日本学術振興会・科学研究費補助金・国際共同研究加速基金(海外連携研究)、(代表：伊藤雅之) などの一環として進めている。地球温暖化が顕在化する中で、日本の琵琶湖など温帯の気候下の湖沼からの将来の温室効果ガス排出などを推定する際に、より低緯度に位置する亜熱帯湖や熱帯湖の現在の情報が役立つ。本研究では亜熱帯湖沼として台湾のダム、熱帯湖沼としてフィリピンの火山湖を対象として現地調査等を進めてきた。これまでの成果として、温暖化に伴う暖冬の増加により、亜熱帯湖水の冬期の鉛直循環が弱まり、最深部で嫌気環境の発達とそれに伴うメタン生成の増加を示した。またフィリピンの深い湖では深部で年間を通じて成層しているため、無酸素かつ高メタン濃度の湖水が湖底に滞留していることが明らかになった。本研究では、更にメタン生成に関わる微生物群の調査等を進めている。令和6年度にはフィリピンのカウンターパートとの日本学術振興会二国間交流事業が採択され、更なる研究の進展が見込まれる。

付記

共著論文 (所内担当者と共同研究先代表者に下線)

• Osaka K, Nagata R, Inoue M, Itoh M, Hosoi-Tanabe S, Iwata H. A simple, safe method for preserving dissolved methane in freshwater samples using benzalkonium chloride

Limnology and Oceanography: Methods 22, 536-547 (2024) (<https://doi.org/10.1002/lom3.10632>)

外部資金獲得

・令和5年度 日本学術振興会科学研究費補助金(国際共同研究加速基金(海外連携研究))：代表：伊藤雅之) (～令和7年度まで)「湖沼のメタン生成・酸化機構がメタン放出に及ぼす影響-熱帯～温帯の気候間比較-」

17. フランスとのコケ植物の細胞外ポリマー生合成機構と代謝工学に関する国際共同研究

本国際共同研究では、ストラスブール大学およびフランス国立科学センター植物分子生物学研究所 (CNRS, Institute de biologie moléculaire des plantes) の Hugues Renault 博士の研究

グループと共同でコケ植物における細胞外ポリマーとりわけリグニンに着目した研究を行っている。維管束を持たないコケ植物はその形態学的な特徴からリグニンを持たないと考えられているが、代謝物の観点での解析はなされておらずその実態は不明なままである。本研究ではコケ植物の生理学的な解析に実績のあるフランス側グループと、リグニンの化学分析を得意とする日本側研究室がタッグを組んで、実際にコケ植物がリグニン様の化合物を有するのか、否か、またもし有しているのであればどのような生理学的な機能を担っているのか、明らかにすることを目的とする。また、コケ植物に維管束植物のリグニン生合成遺伝子を導入することで、リグニン生合成の増強およびその化学構造をコントロールすることができるのか、代謝工学的な観点からも研究を行い、植物バイオマスの増強および有用物質生産を目指す。

2024年度はストラスブール大学博士課程の学生1名を研究室に受け入れて、コケ植物のリグニンの組成分析実験および精密化学分解解析を共同で実施した。2025年には日仏研究プログラム(INR)と日本学術振興会二国間交流事業の支援を受けて共同研究と学術交流のさらなる推進が予定されている。